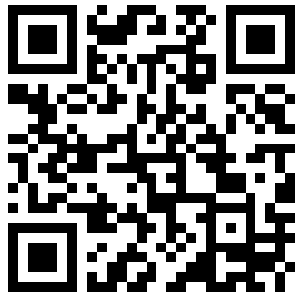
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

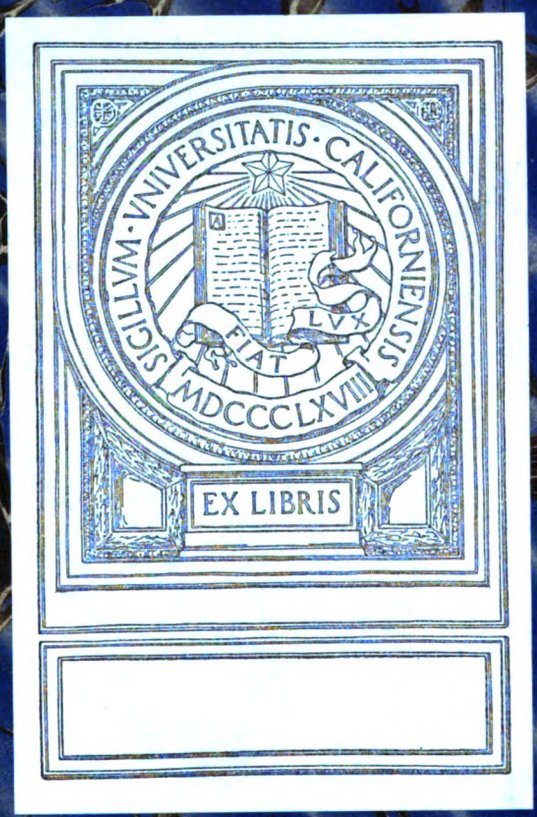
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

TOME XVII

1908

Digitized by Google

PARIS. — IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

### ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

**FONDÉE PAR É. HOSPITALIER**

PARAISSANT LE 10 ET LE 25 DE CHAQUE MOIS


**FONDATEURS**

MM.
**ABDANK-ABAKANOWICZ**, Ingénieur-Conseil;
**RENÉ ARNOUX**, Ingénieur;
**PAUL BARBIER**, Électricien, Fondé de pouvoirs de la Société Leclanché et Cie;
**BARDON**, Constructeur;
**J. CARPENTIER**, Ingénieur-Constructeur;
**COMPAGNIE CONTINENTALE EDISON**;
**FRAGER**, Administrateur de la Compagnie pour la fabrication des Compteurs;
**H. FONTAINE**, Ingénieur civil;
**X. GARNOT**, Ingénieur, Entrepreneur de Stations centrales d'énergie électrique;
**CH.-ED. GUILLAUME**, Sous-directeur du bureau intern. des Poids et Mesures;
**JEAN-JACQUES HEILMANN**, Ingénieur;
**E. HOSPITALIER**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris;
**HOURY**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Fabricant de fils et câbles électriques;
**E. JULIEN**, Ingénieur;
**J. LAFFARGUE**, Ingénieur-Électricien;
**A. LAHURE**, Imprimeur-Éditeur;
**P. LEMONNIER**, Ingénieur;
**AUG. LALANCE**, Administrateur-Délégué de la Société anonyme d'éclairage électrique du Secteur de la place Clichy;

MM.
**MAISON BREGUET**;
**G. MASSON**, Libraire-Éditeur;
**MENIER**, Manufacturier;
**CH. MILDÉ**, Constructeur-Electricien;
**LOUIS MORS**, Ingénieur des Arts et Manufactures;
**R.-V. PICOU**, Ingénieur des Arts et Manufactures;
**POSTEL-VINAY**, Ingénieur-Constructeur;
**JULES RICHARD**, Ingénieur-Constructeur, de la maison Richard frères;
**F. DE ROMILLY**;
**G. ROUX**, Directeur du Bureau de contrôle des installations électriques;
**SCHNEIDER ET Cie**, Usines du Creusot;
**SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES**;
**SOCIÉTÉ ANONYME CANCE**;
**SOCIÉTÉ POUR LA TRANSMISSION DE LA FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ**;
**SOCIÉTÉ POUR LE TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX**;
**E. THURNAUER**, Administrateur délégué de la Cie Française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston;
**GASTON TISSANDIER**, Directeur de *La Nature*;
**LAZARE WEILLER**, Manufacturier.



TOME XVII

1908

PARIS

A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

9, RUE DE FLEURUS, 9 (VIe ARR.)


Digitized by Google

TK2
.I6
v.17

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

UNIV. OF CALIFORNIA

17e Année. — N° 385. 10 Janvier 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| H. ARMAGNAT<br>67, rue du Ranelagh. — Paris, XVIe. | Paris et Départements : 24 francs par an.<br>Union Postale : 26 francs par an. | 9, rue de Fleurus, 9<br>Paris.<br>Téléphone 704-23 et 704-44 |


### SOMMAIRE


Informations. — Addition au décret du 9 novembre 1904. — Le transport de l'énergie du Rhône à Paris. — Congrès des tramways à Munich, en 1908. — Les progrès de l'industrie électrochimique en France. — Un grand rhéostat liquide. — Sélénium. — Le mica aux États-Unis. — Nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil. — Le Monox. — Accidents d'appareils à vapeur en 1906. — Peut-on envoyer un radiogramme aux antipodes? — L'utilisation des chutes d'eau au Chili . . . . . 1

Chronique de l'électricité. — *Départements :* Boulogne-sur-Mer. Lille. Sisteron. — *Étranger :* Brusio. . . . . 3

Correspondance. — Les dynamos à pôles auxiliaires. **R.-V. Picou.** 4

Lord Kelvin. **H. Armagnat.** . . . . . 5

L'électricité dans les transmissions des voitures automobiles. **P. Gasnier** . . . . . 6

Nouveau photomètre a scintillation. **A. B.** . . . . . 10

Commande électrique par courants alternatifs avec vitesse variable. **E.-J. Brunswick** . . . . . 13

Académie des sciences. — *Séance publique du 2 décembre 1907. — Prix décernés en 1907 :* Mécanique. — Navigation. — Physique. — Chimie. — Prix généraux. — Programme des prix proposés. . . . . 14

Bibliographie. — *Drahtlose Telephonie*, par E. Ruhmer. **H. Armagnat.** — Formules, tables et renseignements usuels, de Claudel. **H. A.** — La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde, par Monier. — Agenda Dunod pour 1908 : Électricité, par A. Montpellier. — Le mécanicien industriel, par P. Blancarnoux. — *Die drahtlose Telegraphie im internen Recht und Volkerrecht*, par F. Meili. **H. A.** — La technique de la houille blanche, par E. Pacoret. **H. A.** . . . . . 20

Brevets d'invention . . . . . 21

Chronique industrielle et financière. — *Affaires nouvelles :* Société d'électricité de Séville et extensions. — Société roubaisienne d'Éclairage par l'électricité. — Compagnie d'électricité du Sénégal. — Société hydro-électrique de l'Eau-d'Olle. — Compagnie française des perles électriques Weissmann. — Compagnie d'électricité du Sud-Est. — Société toulousaine d'électricité. — Compagnie électrique de la Grosne. . . . . 22

Cours des principales valeurs d'électricité *au 31 décembre 1907.* 24


***MM. les Abonnés dont l'abonnement expirait fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.***

## INFORMATIONS

**Addition au décret du 9 novembre 1904.** — Le décret suivant, en date du 7 décembre 1907, modifie quelques-unes des dispositions de protection à prendre dans les ateliers.

« Art. 1er. — Il est ajouté à l'article 12 du décret du 29 novembre 1904 les dispositions suivantes :

« Toute meule tournant à grande vitesse devra être montée ou enveloppée de telle sorte qu'en cas de rupture ses fragments soient retenus, soit par les organes de montage, soit par l'enveloppe.

« Une inscription très apparente placée auprès des volants, des meules et de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse, indiquera le nombre de tours par minute qui ne doit pas être dépassé.

« Art. 2. — Le paragraphe 1er de l'article 14 du décret du 29 novembre 1904 est abrogé et remplacé par la disposition suivante :

« L'appareil d'arrêt des machines motrices sera toujours placé sous la main des conducteurs qui dirigent ces machines, et en dehors de la zone dangereuse.

« Art. 3. — Le ministre du travail et de la prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois.* »

**Le transport de l'énergie du Rhône à Paris.** — Dans notre numéro du 10 décembre 1907, nous avons indiqué la composition de la commission nommée par le Préfet de la Seine pour étudier cette question ; un arrêté du 16 décembre ajoute le nom de M. Claveille et nomme secrétaires MM. O'Ilégueurty et Camille Chevallier.

**Congrès des tramways, à Munich, en 1908.** — L'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local (*Internationaler Strassenbahn und Kleinbahn-Verein*), dont le siège est à Bruxelles, organise pour septembre 1908, à Munich, un Congrès dont nous indiquons ci-dessous le programme succinct.

A. *Questions à discussion :*

1° Usure ondulatoire des rails.

2° Production de l'énergie électrique. Avantages comparés des machines à vapeur à mouvement alternatif, des turbines à vapeur, des moteurs à gaz, des moteurs Diesel, etc., dans



M196313

Digitized by Google

les installations d'usines de force pour traction électrique. Prix de revient comparés.

3° Avantages et inconvénients des différents types de voitures (voitures motrices, voitures d'attelage) dans les exploitations de tramways (voitures à boggies à un et à deux essieux, voitures à essieux radiaux, voitures convertibles, voitures mixtes [mi-ouvertes, mi-fermées], voitures à plate-forme centrale, etc.).

4° Données nouvelles, perfectionnements et dépenses d'exploitation des parties constitutives des freins en usage dans les exploitations de tramways électriques.

5° Résultats obtenus par l'emploi de compteurs de courant et autres sur les voitures de tramways. Primes d'économie de courant.

B. *Questions documentaires :*

6° Renseignements et résultats comparatifs obtenus par l'emploi de la traction électrique sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local.

7° Durée et usure, d'après les parcours effectués, des parties essentielles du matériel roulant avant leur remplacement.

8° Avantages et inconvénients des autobus. Leurs résultats d'exploitation.

9° Graissage des coussinets dans les voitures motrices des ramways. Graissage des engrenages.

10° Construction des voies de chemins de fer d'intérêt local au point de vue spécial : *a.* des dimensions et du poids des traverses; *b.* de l'épaisseur du ballast; *c.* du profil des rails; *d.* de l'emploi des traverses métalliques et en béton armé; *e.* de l'entretien et de la surveillance de l'éclissage.

11° Types de locomotives à vapeur pour chemins de fer d'intérêt local, spécialement pour voies à l'écartement réduit. Résultats obtenus par les locomotives compound et à vapeur surchauffée. Locomotives pour combustibles autres que le charbon.

12° De l'emploi des voitures automobiles et automotrices sur les lignes de chemin de fer en général et spécialement sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local.

C. *Conférence :*

13° Importance économique des grandes centrales régionales au point de vue du développement des chemins de fer d'intérêt local à traction électrique.

**Les progrès de l'industrie électrochimique en France.** — Il est souvent intéressant de connaître l'appréciation des étrangers sur notre pays, et nous empruntons à *Electrical World* les notes suivantes d'un rapport de M. Hunt, consul des États-Unis à Saint-Étienne.

Il existe plusieurs installations de raffinage électrolytique du cuivre, notamment à Éguilles (Vaucluse), (Société des cuivres de France), production 2 tonnes par jour; Givet (Ardennes), 7 tonnes par jour; et un certain nombre d'usines de moindre importance; toutes ces usines fondent le cuivre après raffinage. L'usine de Dives seule, qui emploie le procédé Elmore, utilise directement le métal; sa production journalière est de 12 tonnes.

La décomposition de l'eau occupe : la manufacture de Saint-Vrain, qui produit chaque jour 200 m³ d'hydrogène et 100 m³ d'oxygène, par le procédé Hazard Flamand; les usines de Saint André (Nord) et Villeurbanne (Rhône), appartenant à la Société oxhydrique Française, qui produisent environ 400 m³ H et 200 m³ O par jour (procédé Garutti),

La Compagnie électrochimique exploite l' « hydrolithe », laquelle, en contact avec l'eau, fournit l'hydrogène.

La Compagnie Volta, dans ses ateliers près de Moutiers, utilise le procédé Outhenin-Chalandre et fournit 800 tonnes de soude et 2000 tonnes de chlorure de chaux par an. Le chlorate de potassium est obtenu à Saint-Michel de Maurienne par le procédé Gall et à Chedde par le procédé Corbin et Lederlin; la production totale annuelle atteint 7000 tonnes.

La production annuelle d'aluminium est estimée à 6000 tonnes. Le carbure de calcium est toujours produit en grande quantité en France.

La puissance totale utilisée par l'électrochimie en France serait de 75 000 kw. A. Z.

**Un grand rhéostat liquide.** — M. Wilson signale, dans *Electric Journal*, novembre 1907, un rhéostat liquide remarquable par ses dimensions. Il fallait essayer un turbo-alternateur de l'usine de Chelsea, à Londres, au point de vue de la dépense de vapeur, et la difficulté était d'absorber la puissance engendrée.

Après quelques essais de cuves en bois, essais infructueux à cause des dérivations dans le bois, lesquelles ne tardaient pas à carboniser ce dernier, on décida la construction d'un bassin en fer d'environ 4,50 m de diamètre et 3 m de profondeur. Trois électrodes, formées de barres de cuivre, furent placées autour du centre, formant entre elles un triangle équilatéral et reliées aux trois phases de l'alternateur. Des électrodes neutres, placées aux points d'alimentation de la cuve et en quelques autres entre les électrodes actives, évitaient l'élévation de potentiel en ces points de façon à éliminer tout danger. La charge absorbée par ce rhéostat atteignit 5500 kw sous 11 000 v et on estime qu'il aurait pu absorber 8000 kw.

L'énergie dépensée n'était pas entièrement perdue parce qu'on utilisait l'eau échauffée à l'alimentation des chaudières. A. Z.

**Sélénium.** — Un certain nombre d'applications scientifiques ont rappelé l'attention sur le sélénium et *Electrical Review*, de New-York, dit à ce propos que la production industrielle du sélénium ne paraît pas avoir été entreprise aux États-Unis où le prix de ce métalloïde varie de 69 fr à 365 fr le kg selon que l'acheteur demande par kg ou par *once*. Le sélénium employé actuellement est extrait des boues déposées à l'anode des cuves pour le raffinage des cuivres. A. Z.

**Le mica aux États-Unis.** — Les États-Unis sont de grands producteurs de mica et ils en consomment encore plus qu'ils n'en produisent. D'après M. Sterrett, les États-Unis ont produit, en 1906, environ 645 tonnes de mica représentant une valeur de 1 300 000 francs et ils ont importé, dans le même temps, 1400 tonnes valant 5 millions de francs, ce qui porte leur consommation totale de mica en feuilles à 2045 tonnes environ. A. Z.

**Nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil.** — Le nouveau récepteur, dû à M. de Forrest, est simplement constitué par un circuit composé d'une pile, d'un téléphone et de la *flamme* d'un bec Bunsen; la pile est reliée au téléphone d'une part et à une lame de métal placée dans la flamme et à l'antenne; le téléphone est relié au brûleur et à la terre. Quand ce système reçoit des ondes électriques, le téléphone émet un son. A. Z.

**Le « Monox ».** — *Electrical Engineering*, p. 878, 5 décembre 1907. — Cette abréviation américaine désigne un nouveau produit obtenu à l'aide du four électrique; c'est l'oxyde de silicium SiO obtenu par la réaction $SiO^2 + Si = 2SiO$. La tentative avait déjà été faite d'obtenir l'oxyde SiO en chauffant ensemble de la silice $SiO^2$ et du silicium, mais le résultat obtenu au four électrique montre que la température était insuffisante; il faut en effet atteindre 1700 à 1800° pour obtenir la réaction.

La même réaction peut être obtenue avec le charbon $SiO^2 + C = SiO + CO$ ou avec le carborundum $2SiO^2 + SiC = 3SiO + CO$. En pratique l'inventeur charge son four avec un mélange de sable et de coke ou de sable et de carborundum.

Digitized by Google

Le nouveau produit, présenté par M. Henry Noel Potter, se présente sous l'aspect d'une poudre amorphe brune, de densité 2,25. Cette poudre, aspirée au travers d'un tube de caoutchouc très court, prend une charge électrostatique négative et voltige dans l'air pour se fixer sur toutes les surfaces non conductrices, telles que coton, tissus divers, etc. Les tissus ainsi recouverts de cette poudre constituent un excellent filtre pour l'air qu'ils laissent passer en arrêtant les plus fines particules en suspension.

Le Monox épaissit les liquides et ceci, joint à son inertie chimique, sa légèreté, sa couleur, le rend très apte à servir de pigment pour les peintures des briques et du fer. Une application intéressante peut en être faite dans la céramique : le Monox, placé dans les conditions convenables, brûle et retourne à l'état de silice en dégageant une quantité considérable de chaleur, ce qui permet de fixer la silice dans la porcelaine. A. Z.

**Accidents d'appareils à vapeur en 1906.** — Le *Journal Officiel* du 26 novembre 1907 publie la statistique des accidents arrivés aux appareils à vapeur, pendant l'année 1906, en France ou à des navires à vapeur français.

Le bilan s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| Nombre d'accidents | 22 |
| Nombre de personnes tuées | 26 |
| Nombre de blessés ayant subi une incapacité de travail de plus de 20 jours | 17 |
| Blessés légèrement | 10 |

Sur ces accidents, un seul intéresse l'industrie électrique; il s'est produit à l'usine d'éclairage électrique de Bordeaux et a entraîné des brûlures graves à un chauffeur et des dégâts matériels considérables. Cet accident arrivé à une locomobile est attribué à la surchauffe considérable produite à la suite d'un abaissement du plan d'eau. A. Z.

**Peut-on envoyer un radiogramme aux Antipodes?** — Cette observation est suggérée à M. Ernest F. Smith, dans *Electrical World*, 9 novembre 1907, par la nouvelle, annoncée par les journaux, que la station Marconi, de Port-Morien (Cap Breton), aurait reçu un message envoyé de Manille. Étant donnée la distance entre les deux stations, qui est d'environ un quart de méridien terrestre, la question se pose de la réception aux antipodes. En effet, si une onde électrique se propage à la surface de la terre, elle se développe suivant une série de circonférences de diamètres croissants et elle diminue d'amplitude en s'éloignant de la station transmettrice; puis, à partir du grand cercle dont cette station est le pôle, l'onde continue à se propager, mais la longueur du front de l'onde va en diminuant jusqu'au point qui est exactement l'antipode de la station transmettrice, et, par conséquent, l'amplitude doit augmenter. Dans ces conditions, il semble que l'intensité des signaux reçus doit être plus grande à l'antipode qu'au milieu du chemin.

Malheureusement, il faut compter aussi avec l'absorption atmosphérique qui s'exerce tout le long du parcours; cependant, dès que la transmission sera effectivement obtenue à 10 000 km, rien ne s'oppose, théoriquement, à ce qu'elle puisse l'être dans les mêmes conditions à l'antipode. A. Z.

**L'utilisation des chutes d'eau au Chili.** — Depuis quelque temps, on s'occupe sérieusement d'utiliser les nombreuses chutes d'eau que possède le Chili à la production de l'énergie électrique nécessaire à plusieurs centres de consommation. Citons à titre d'exemple la station centrale de Lota qui transmet une puissance de 500 kw aux mines de Cousino. Valparaiso reçoit l'énergie de la station de Beñuelas à 15 km de là, l'usine développe environ 2600 kw utilisés pour les services publics et privés, ainsi que pour la traction des tramways de Valparaiso.

A Santiago, on empruntera une puissance de 15 000 poncelets à une usine située à 27 km de la ville : la station actuelle possède des turbines à vapeur Parsons, mais le prix élevé du charbon met l'énergie à un taux trop élevé. A San Bernardo, San Fernando, Cerrico, Los Angeles, etc., l'énergie électrique est encore obtenue à l'aide de chutes d'eau.

D'autre part, la *Sociedad general de Electricidad Industrial de Chile*, qui organise une distribution d'énergie électrique dans la ville de Chillan, vient de passer un contrat avec le gouvernement pour l'électrification de la deuxième section du chemin de fer de Santiago à Talca sur une longueur de 250 km. On se propose d'utiliser les chutes de la rivière Cachapoal dans une usine qui serait aménagée vers le milieu de la ligne.

Dans le même ordre d'idées, une importante ligne de chemin de fer est en projet; d'accord avec la Bolivie, le Chili va établir une voie ferrée entre Arica, port sur l'Océan Pacifique, et La Paz, capitale de la Bolivie. Ce chemin de fer sera d'une construction et d'une exploitation difficiles, car il traverse la Cordillière des Andes pour arriver au plateau de la Bolivie; il avait été concédé à une entreprise locale (*Sindicato de Obras Publicas*); mais, en présence des très grandes difficultés rencontrées dès l'origine, il a été abandonné, et il est probable que quelque Compagnie européenne ou américaine s'en chargera, car le fait de relier La Paz à la mer assurera un trafic constant à ce chemin de fer.

Quelque temps auparavant, on s'était entouré des conseils de M. le professeur Salazar, de l'Université de Chillan, lequel concluait que, seule, la traction électrique permettrait d'exploiter économiquement cette ligne à profil très accidenté. Le rapport de M. Salazar montre aussi que la question de l'électrification des voies ferrées était admirablement connue de lui et qu'il savait mettre très judicieusement à profit les ressources en chutes d'eau de son pays, ainsi que l'indique *The Electrician* du 1er novembre 1907, auquel nous empruntons ces renseignements.

Il y a place, comme on le voit, au Chili pour des fournitures importantes de matériel électrique. A. S.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).** — *Éclairage et tramways.* — La question de l'éclairage électrique de cette ville est actuellement en discussion devant le Conseil municipal, à la suite de la communication du rapport de M. Lemaître. Ce rapport, dont nous ne donnerons qu'un résumé, rappelle les pourparlers engagés avec l'ancienne Société, pourparlers qui n'aboutirent à aucun résultat, et les administrateurs de la Société au cours d'une entrevue à l'Hôtel de Ville, trouvèrent que la meilleure solution était la création d'une usine électrique.

La Commission proposa alors à MM. Delon et Dislère, demandeurs de la concession de tramways, de fournir eux-mêmes l'énergie et l'éclairage électrique, de sorte que cette seconde question est devenue connexe à la première et les deux affaires n'en forment plus, à l'heure qu'il est, qu'une seule et même.

L'usine serait construite sur un terrain de 1500 m², situé au coin de la rue de la Scierie et de la rue Alexandre-Adam. La ville le louerait moyennant un prix de 1 fr par an au concessionnaire qui aurait à y édifier une usine dont le coût prévu est de 500 000 fr.

Le rapporteur signale les engagements qu'ont accepté de prendre les concessionnaires : paiement des droits d'octroi sur le combustible, canalisations souterraines, exploitation

Digitized by Google

aérienne; emploi exclusif d'un personnel français et de matériaux français.

La ville aurait la faculté de racheter l'usine au bout de 25 ans, à un prix à déterminer.

Les prix de l'énergie et de l'éclairage sont fixés ainsi qu'il suit :

Énergie électrique pour les particuliers : 0,45 et 0,30 le kw-h; éclairage : 0,70 le kw-h.

Ces prix sont abaissés à 0.15 et 0,20 par kw-h pour l'énergie électrique à fournir aux tramways, et à 0,45 par kw-h pour l'éclairage des voies publiques et des bâtiments communaux.

Ces prix sont revisables tous les cinq ans et les polices d'abonnement doivent être approuvées au préalable par l'administration municipale.

Un autre projet, de MM. Beau et Van Diest, va plus loin. Il prévoit l'engagement de fournir l'énergie électrique aux particuliers à 0,37 le kw-h, au lieu de 0,45, prix actuel, et l'éclairage à 0,70 le kw-h au lieu de 1,05, prix actuel.

En conclusion, M. Lemaitre estime que le projet de MM. Beau et Van Diest et celui de MM. Delon et Dislère sont équivalents et il laisse le soin au Conseil de choisir.

**Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).** — *Tramways électriques.* — La ville de Boulogne-sur-Mer vient de rétrocéder à la Compagnie « Entreprises et transports », ayant son siège social à Lille (Nord), la construction et l'exploitation d'un deuxième réseau de tramways d'une longueur de 26 km environ.

La municipalité a garanti à la Société les frais d'exploitation à raison 0,36 fr par automotrice-kilomètre, et l'intérêt à 4 pour 100 des capitaux engagés dans l'entreprise sous la réserve, toutefois, que la subvention de la Ville ne dépassera pas 45 000 fr par an.

La Société de la Plage d'Hardelot accorde, de son côté, au rétrocessionnaire, dans les mêmes conditions que la Ville, une subvention annuelle de 20 000 fr.

L'évaluation du trafic probable qui a été faite par les services de la Ville et de l'État fait penser que, dès la première année d'exploitation, les produits seront suffisants pour que la Compagnie n'ait pas recours aux subventions pour rémunérer ses capitaux.

**Lille (Nord).** — *Traction électrique.* — Un décret du 8 décembre autorise la ville de Lille à établir un tramway électrique pour voyageurs et marchandises, entre la ferme de l'Angle, à Lambersart, et le Pont Royal, à Saint-André. Cette concession sera rétrocédée à la Compagnie des tramways de Lille.

**Sisteron.** — *Usines hydro-électriques.* — Il paraît qu'une très grande activité règne dans la haute vallée de la Durance pour la mise en valeur de nombreuses et importantes chutes d'eau acquises ou concédées depuis peu. Dans la partie supérieure non navigable ni flottable de cette rivière, se trouve d'abord la *Société électrométallurgique française* qui aménage une partie de la chute de Largentière représentant une puissance totale de 30 000 kw.

Beaucoup plus bas, en dessous de Sisteron, se trouve la chute de la *Compagnie des Produits chimiques d'Alais* utilisant 25 000 kw; enfin, nos lecteurs connaissent l'usine de la Brillanne, qui a nécessité d'énormes travaux et doit constituer une usine d'une importance exceptionnelle lorsqu'elle sera renforcée par la Haute-Durance (Ventavon) et le Verdon.

A. S.

ÉTRANGER

**Brusio (Italie).** — *Usines hydro-électriques.* — La Société électrique de Brusio vient de terminer avec succès un transport d'énergie électrique entre des chutes situées sur la frontière suisse et le centre industriel de la Lombardie, soit sur une distance de 160 km environ. L'eau provenant de la rivière Poschiavino fait fonctionner 6 turbines utilisant une hauteur de chute de 400 m; chacune de ces turbines peut fournir 2000 kw, ce qui représente une puissance totale disponible de 12 000 kw. La ligne aérienne a nécessité 900 tonnes de fil de cuivre, les poteaux en fer représentent à eux seuls 3000 tonnes. Étant donnée l'importance industrielle de la région desservie, il n'y a aucun doute que l'entreprise devienne vite rémunératrice

A. S.

## CORRESPONDANCE

### Les dynamos à pôles auxiliaires.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF,

A propos de dynamos à pôles auxiliaires, *L'Industrie électrique*, dans son numéro du 25 décembre dernier, rappelle quelques lignes dues à M. Potier, dans lesquelles ce dernier signale les moteurs de ce type que j'ai autrefois construits pour la Compagnie Edison.

Puisque ce petit point d'histoire, qu'est l'invention des pôles de commutation, paraît présenter quelque intérêt, permettez-moi de compléter les indications de l'article en question.

Le document cité est tout simplement la copie du *Rapport officiel du jury de la Classe* 62, de l'Exposition universelle de 1889, dont A. Potier était le rapporteur. J'ai imaginé et construit ces machines à pôles auxiliaires en 1888, alors que j'étais ingénieur conseil de la Compagnie Edison. Mon but était le suivant : la Compagnie venait de commencer l'exploitation de son secteur électrique, et j'y prévoyais l'emploi d'assez nombreux moteurs. Or, ni les induits lisses, d'emploi général à cette époque, ni les balais de charbon, encore inconnus, ne donnaient les facilités qu'on a aujourd'hui de créer des moteurs sans décalage nécessaire.

J'ai donc cherché à obtenir la fixité du calage et été amené ainsi à réaliser les pôles auxiliaires de commutation. Ils ont été essayés au laboratoire de la Société dont le chef était M. H. Brachet, aujourd'hui directeur du secteur des Champs-Élysées; appliqués dans les ateliers de la Compagnie, ils ont été publiquement montrés en service à l'Exposition de 1889. L'un d'eux y actionnait, notamment, la laverie de terres à diamants du pavillon du Transvaal, dont M. Ch. de Mosenthal était le commissaire général.

L'invention n'a pas été brevetée à cette époque; je crois me souvenir que M. C. Menges avait publié une disposition analogue que j'ai considérée comme une antériorité. Ces moteurs ont été peu remarqués à l'Exposition de 1889, peut-être pourrais-je dire peu compris. Quelques mois plus tard, la Compagnie Edison renonçait à la construction, et je quittais son service. Les ingénieurs du secteur n'avaient pas paru s'intéresser beaucoup à ces machines; bref, sans le Rapport officiel du jury, l'origine en serait sans doute complètement oubliée. Je ne suis pas certain du tout d'avoir imaginé le premier les pôles auxiliaires; mais je suis sûr d'avoir été le premier à construire et à montrer en service leur réalisation sur des moteurs à induits lisses, marchant avec balais métalliques à calage fixe sous toute charge, et sans aucune étincelle. Et cela se passait en France.

Veuillez agréer, etc. R.-V. PICOU.

Digitized by Google

# LORD KELVIN

Le savant qui vient de mourir le 17 décembre dernier, était un de ceux dont aucun électricien ne doit ignorer le nom, bien que, par suite d'un usage anglais auquel nous aurions de la peine à nous soumettre, il eût été conduit à changer le nom très célèbre de William Thomson contre celui de lord Kelvin.

William Thomson était né à Belfast, le 26 juin 1824, d'une famille écossaise. Son père, le professeur James Thomson, devint par la suite professeur de mathématiques à Glascow et c'est dans cette ville que William et son frère James firent leurs premières études. Chose remarquable, le savant professeur, dont tout le monde admirait la clarté, ne prit jamais de grades universitaires! et le premier qu'il reçut fut celui de docteur honoraire que lui conféra, en 1896, l'université de Glascow.

Les laboratoires anglais manquaient de ressources vers 1840 et William Thomson vint à Paris travailler au laboratoire de Regnault où il passa un an environ; il quitta la France pour aller occuper la chaire vacante de Philosophie naturelle à l'université de Glascow; il avait alors 22 ans!

William Thomson fut à la fois un mathématicien et un physicien, on peut dire de plus qu'aucune branche des connaissances humaines ne le laissa indifférent. Dans le cours d'une carrière aussi longue, il est bien évident que quelques-unes de ses idées ont dû changer et nous ne suivrons pas ici ses travaux dans toutes les branches de la science, mais nous devons rappeler le rôle considérable qu'il joua dans les débuts de l'industrie électrique.

Un de ses premiers travaux, en électricité, fut d'établir mathématiquement le caractère oscillatoire de la décharge des bouteilles de Leyde; les expériences de Hertz ont peut-être fait oublier à beaucoup de personnes que Thomson avait établi cette théorie en 1855.

Le système d'unités électriques, dont quelques-uns se plaignent aujourd'hui, envisageant les petits défauts qu'ils y trouvent et oubliant ses avantages réels, ce système a été mis au point par le comité de l'Association Britannique, en 1861, et Thomson fut un de ceux qui contribuèrent au succès du travail.

Le développement de la télégraphie sous-marine a été, nous devons le reconnaître aujourd'hui, la première étape de l'électricité industrielle. Dès 1848, Werner Siemens avait posé un câble sous-marin; William Thomson s'était attaché à l'étude mathématique de la propagation du courant sur les câbles, et il avait démontré que la vitesse de transmission décroissait proportionnellement au carré de la longueur du cable : c'était l'abandon de la télégraphie sous-marine, si à ce moment William Thomson n'avait imaginé son galvanomètre universellement connu aujourd'hui; c'est en 1857 qu'il en fit l'essai sur un premier câble transatlantique et 10 ans plus tard il imagina le *syphon recorder* d'où sont dérivés tous les galvanomètres à cadre mobile dont l'industrie se sert couramment. William Thomson participa à la pose de la plupart des premiers câbles transatlantiques; il était à bord de l'*Agamemnon*, en 1858, et sur le *Great Eastern*, en 1865 et 1866. Le rôle important qu'il remplit dans ces circonstances lui valut le titre de baronnet, et dès cette époque il fut connu sous le nom de sir William Thomson; plus tard, en 1892, il obtint la pairie et prit le titre de Lord Kelvin of Largs.

Les appareils créés par William Thomson, en dehors de la télégraphie, furent surtout des instruments de mesures : l'électromètre à quadrants et l'électromètre à anneau de garde (1880), les ampèremètres et voltmètres magnétiques, les ampèremètres balances, qui sont à l'heure actuelle répandus dans tous les laboratoires, et une foule d'autres instruments, pour la construction desquels fut organisée la maison White et Kelvin, transformation de l'ancienne maison White.

Tous les compas de navigation actuellement employés sont des modifications, plus ou moins complètes, des compas de Thomson. C'est également à lui que l'on doit la substitution des cordes d'acier aux cordes ordinaires pour les sondages, substitution qui permit d'atteindre les plus grandes profondeurs et fut le point de départ de nos connaissances exactes sur le fond de la mer. Il fit également de nombreuses études sur les marées, et son enregistreur de marées est aujourd'hui universellement adopté.

Un grand nombre des travaux de Thomson ont porté sur des recherches scientifiques : élasticité, hydrodynamique, thermodynamique, théorie atomique de l'électricité, etc.; on trouve des mémoires dans presque tous les volumes du *Philosophical Magazine*. Parmi ses principaux livres il faut citer le traité de *Philosophie Naturelle*, écrit en collaboration avec Tait, trois volumes de *Lectures Populaires* et quelques volumes de réimpression de mémoires.

Nous ne devons pas oublier que lord Kelvin était un chaud défenseur du système métrique et lorsque la question vint, en février 1903, devant l'Institution of Electrical Engineers, lord Kelvin écrivit : « Je suis très fâché de ne pas pouvoir être présent pour convaincre sir Frederick Bramwell que l'adoption universelle du système métrique par les ingénieurs électriciens et les ingénieurs de toutes catégories et par tous les gens de sens commun du pays, et dans tous les magasins de vente, ateliers et manufactures, serait un grand bienfait pour chaque individu, sujet du royaume ou des colonies, et pour tout le reste du monde ». Ce témoignage de l'illustre physicien n'est pas à dédaigner à l'heure où, malgré l'évidente supériorité du système métrique, un grand nombre d'ingénieurs et de savants anglais combattent ce système avec un acharnement dont nous ne pouvons guère comprendre la cause.

Avec Lord Kelvin disparaît un des plus grands savants du siècle dernier.

H. ARMAGNAT.



Digitized by Google

L'ÉLECTRICITÉ

DANS LES

# TRANSMISSIONS DES VOITURES AUTOMOBILES

## VOITURES ÉLECTRIQUES

## VOITURES PÉTROLÉO-ELECTRIQUES

Le Salon de l'Automobile de novembre 1907 a été caractérisé, au point de vue des applications de l'électricité dans la propulsion des voitures, par une diminution importante du nombre de voitures électriques exposées et par un regain d'actualité des systèmes pétroléo-électriques ou thermo-électromobiles.

Nous examinerons successivement dans cet article, d'abord l'état actuel de la voiture électrique et la possibilité de lui apporter quelques améliorations, et ensuite, en ce qui concerne la voiture pétroléo-électrique, quelles sont les raisons qui ont conduit à l'adoption des solutions électriques; nous indiquerons sommairement le principe de ces solutions, nous réservant de les étudier en détail dans un prochain numéro. — Nous avons incidemment fait mention de quelques solutions mécaniques qui nous ont paru intéressantes et capables de supplanter ou de concurrencer directement les solutions électriques.

Voitures électriques. — La voiture électrique à accumulateurs est de moins en moins demandée, en raison de la concurrence que lui fait la voiture à pétrole. Ce n'est pas que la voiture électrique donne lieu à un prix de revient kilométrique plus élevé; le contraire est certainement plus exact. Mais son parcours est trop limité, surtout si on la fait marcher aux vitesses auxquelles a habitué la voiture à pétrole.

Malgré les nombreuses qualités qu'on lui reconnaît, la voiture électrique tend à disparaître dans l'attente trop prolongée de l'accumulateur perfectionné ayant à la fois une grande énergie massique et une durée suffisante.

Il est possible, comme on l'a fait pour certains raids électriques, — qui n'ont jamais eu d'ailleurs aucune utilité pratique et qui ont même été plutôt nuisibles qu'utiles à la voiture électrique, en trompant le public sur ce qu'on peut en attendre raisonnablement, — d'établir des accumulateurs au plomb ayant une énergie massique élevée : 40 watts-heure par kilogramme total d'élément pour un régime de décharge en 4 à 5 heures.

Une voiture électrique, avec une proportion raisonnable de ces éléments, soit par exemple le tiers du poids total en charge, et avec une dépense moyenne de 100 w-h par tonne-kilomètre, aurait un parcours de 130 à 140 km à une vitesse moyenne de 25 à 30 km par heure. C'est ce qu'il faudrait pour faire concurrence à la voiture à pétrole. On arriverait ainsi à assurer un service de 100 km à une vitesse moyenne de 30 km par heure.

Malheureusement, cela n'est pas possible pratiquement, en raison de la durée éphémère d'accumulateurs au plomb d'une aussi grande capacité spécifique.

L'énergie massique reste limitée dans des conditions acceptables de durée de l'accumulateur entre 20 et 25 w-h par kg total pour une décharge de 3 à 4 heures. Il en résulte, dans les mêmes conditions que précédemment, un parcours de 65 à 80 km, à une vitesse moyenne de 20 à 25 km par heure. Et encore, ce parcours représente-t-il un maximum correspondant à une batterie en excellent état, puisqu'il faut tenir compte de la baisse de capacité de la batterie avec le nombre de décharges.

C'est absolument insuffisant. Il est nécessaire, comme nous l'avons dit, de pouvoir faire 100 km à une moyenne de 25 à 30, ce qui correspond à une vitesse maximum de 55 environ.

En attendant l'accumulateur idéal qu'on annonce fréquemment, mais que malheureusement on ne voit jamais, n'y a-t-il rien à faire pour remédier un peu à l'état de choses actuel, pour faire en sorte, par exemple, que la voiture électrique puisse vivre jusqu'à ce que le bon accumulateur de traction soit enfin trouvé? En d'autres termes, étant donnée l'énergie massique actuelle des accumulateurs, peut-on améliorer la voiture électrique?

Beaucoup de techniciens croient que la voiture électrique, accumulateurs mis à part, n'est pour ainsi dire plus perfectible.

C'est, à notre avis, une erreur. Les constructeurs n'ont pas, jusqu'à présent, tiré un parti suffisant de cet admirable moteur, qu'est le moteur électrique. — Le moteur électrique peut servir à augmenter aussi bien qu'à diminuer progressivement la vitesse. La même manœuvre peut, suivant son sens, accélérer ou retarder à volonté, pousser ou retenir, sans qu'il soit nécessaire de faire usage des freins mécaniques. Dans un cas, dépense d'énergie; dans l'autre, récupération. Aucun des grands constructeurs n'a appliqué le moteur dans ces conditions qui peuvent diminuer très sensiblement la consommation moyenne.

Ce n'est pas seulement le mode de réglage des vitesses ordinairement employé qui est critiquable; mais on peut aussi estimer que beaucoup de points particuliers, capables d'agir dans un sens favorable, n'ont jamais été pris suffisamment en considération par les constructeurs.

Nous allons passer en revue ces différents points, la plupart bien connus, mais qu'il peut être utile de rapprocher les uns des autres.

Il est, tout d'abord, indispensable de ne pas séparer la question *parcours* de la question *dépenses*.

Si le parcours seul était en jeu, on serait naturellement conduit, comme on l'a fait pour ces raids électriques dont nous avons parlé, à faire des voitures lourdes comportant le plus grand poids possible d'accumulateurs. De telles voitures seraient inutilisables en pratique.

Si la question économique seule était à considérer, il faudrait chercher à faire passer par un minimum la dépense par tonne-kilomètre utile.

Digitized by Google

En réalité, tout en serrant la question dépenses de suffisamment près, il faut chercher à obtenir le plus de parcours possible.

Les différentes dépenses de traction sont relatives : à la dépense d'énergie électrique et de graissage, à l'entretien de la batterie, des pneumatiques, de la caisse et du mécanisme (moteur, transmission, freins, direction, etc.).

A égalité de vitesse, de parcours et d'incidents de parcours, les différents facteurs qui, dans une voiture électrique, agissent sur la consommation d'énergie et sur la plus ou moins bonne utilisation de l'énergie emmagasinée dans la batterie, sont : 1° le poids : poids total, poids d'accumulateurs; 2° la résistance à la traction; 3° le rendement du moteur et de la transmission (rendement à la jante); 4° le mode de réglage des vitesses. Nous laisserons de côté l'habileté du conducteur, qui a aussi une certaine influence, et nous examinerons successivement ces différents facteurs.

1° *Poids.* — Au point de vue de la dépense, il est désirable d'avoir un poids total faible, puisque la consommation totale d'énergie et l'usure des pneumatiques en dépendent directement; la dépense d'énergie est proportionnelle au poids; la dépense relative aux bandages, qui est l'une des principales dépenses, croît beaucoup plus vite que le poids.

Au point de vue du parcours, il est nécessaire d'avoir le rapport du poids d'accumulateurs au poids total aussi grand que possible, puisque, si on suppose constante l'énergie massique des accumulateurs, le parcours est proportionnel à ce rapport.

Il faut encore ajouter que l'énergie emmagasinée dans la batterie est d'autant mieux utilisée qu'on la fait travailler à un plus faible régime. En d'autres termes, l'énergie massique n'est pas constante, mais augmente quand la puissance massique diminue. Une variation de la puissance dans le rapport de 1 à 2 fait varier l'énergie de 15 à 20 pour 100 environ. Un certain accroissement du poids relatif de la batterie donne donc un accroissement relatif plus grand du parcours.

Faible poids total, grand poids de batterie, conduisent à réduire le poids de toutes les parties de la voiture, (roues, essieux, châssis, caisse, moteur, transmissions, accessoires). On peut y arriver par une construction soignée et l'emploi de matériaux de choix. Les carrossiers n'ont pas toujours, dans cette voie, suffisamment secondé les électriciens et on peut certainement faire mieux qu'actuellement.

En ce qui concerne le moteur, nous avons signalé, il y a plus de dix ans, qu'on pouvait l'alléger de moitié environ et, en outre, supprimer le différentiel par engrenages en employant un moteur à induit et inducteur tournants, l'induit actionnant une des roues motrices et l'inducteur l'autre roue motrice. La voiture à transmission électrique Lavo, que nous décrirons ultérieurement, est munie d'un moteur basé sur ce principe.

2° *Résistance à la traction.* — La résistance à la traction (roulement et résistance de l'air) dépend du diamètre des roues, de la nature, de la grosseur et du gonflement des pneumatiques, des antidérapants s'il y en a, de la suspension, du rapport du poids suspendu au poids non suspendu, de la forme de la voiture.

L'influence du diamètre des roues n'a jamais été bien déterminée: elle doit être de la forme $\frac{k}{D^n}$ avec une valeur de l'exposant $n$ comprise entre 0,5 (expériences de Dupuit), 1 (expériences de Morin) et 2 (expériences Hele-Shaw; Congrès d'automobilisme, 1905). La valeur $n=1$ est généralement admise. Le tirage serait donc en raison inverse du diamètre des roues. En employant une roue de 1 m à la place d'une roue de 80 cm, on gagnerait donc 20 pour 100 sur le coefficient de roulement, ce qui est considérable. Il y aurait, par conséquent, un intérêt de premier ordre à employer des roues d'un grand diamètre. Le pivotage des roues directrices se ferait avantageusement dans le plan de la roue de manière à permettre un braquage suffisant sans avoir à rétrécir le châssis.

Pour les pneumatiques, il y a lieu de tenir compte de ce que les gros pneus sont plus tirants que les petits et que le tirage diminue lorsque la pression du gonflement augmente. La diminution de poids total de la voiture permettrait l'emploi de pneumatiques de diamètre moyen.

Certains antidérapants, généralement ceux qui sont mis par-dessus l'enveloppe, augmentent beaucoup la consommation; d'autres, faisant partie de l'enveloppe elle-même, ont peu d'influence.

Une très bonne suspension diminue la résistance au roulement. Un poids non suspendu donne plus de tirage que le même poids bien suspendu. Il y aurait donc lieu d'employer d'excellentes suspensions et de réduire le plus possible le poids des parties qui ne sont supportées que par les pneumatiques; par exemple, suspendre entièrement le moteur au lieu de le fixer à l'essieu.

Des formes convenables de la voiture diminueraient la résistance de l'air, qui est déjà très appréciable au delà de 20 km par heure.

3° *Rendement.* — En ce qui concerne le rendement à la jante, l'emploi général de roulements à billes, moteur bien étudié, transmission directe par un seul train d'engrenages, de préférence à denture droite, connexions soudées et peu résistantes à la batterie, le moins possible de contacts et de longueurs de fil. Les multiples contacts de certains combinateurs sont la cause de sérieuses pertes lorsqu'ils ne sont pas en bon état ou très bien entretenus, ce qui est à peu près le cas général.

4° *Réglage des vitesses.* — Tous les constructeurs obtiennent des variations de vitesse par couplages (couplage de batteries, d'induits, d'inducteurs).

On peut dire que ces changements de vitesse par couplage sont pour la voiture électrique ce que les changements de vitesse par engrenages sont pour la voiture à pétrole. On obtient, en effet, ainsi électriquement quel-

Digitized by Google

ques vitesses qui sont entre elles, par exemple, comme 1, 2, 4, absolument comme dans les voitures à pétrole. Il est vrai que la manœuvre du combinateur est plus simple que celle de l'embrayage et du train balladeur; il est vrai aussi que le moteur électriqne a une souplesse que ne possède pas le moteur à pétrole et qui remédie, dans une certaine mesure, aux inconvénients de ce mode de réglage.

Nous avons toujours estimé qu'une variation continue de vitesse, qu'on peut obtenir sans couplages, par simple variation d'excitation, est très supérieure aux systèmes par couplages.

Une variation continue de vitesse ménage les accumulateurs, le moteur et la transmission. Les variations brusques d'intensité et, partant, de couple moteur qui se produisent lors des changements de couplage peuvent être évitées. Le travail des accumulateurs, du moteur et de la transmission se fait avec un meilleur rendement. En effet, les pertes, qui sont proportionnelles au carré de l'intensité alors que la puissance n'est proportionnelle qu'à l'intensité, sont diminuées, puisque les variations du courant sont fortement atténuées. L'appareillage et les circuits sont simplifiés; on peut diminuer considérablement le nombre des contacts.

Nous avons employé ce système de réglage dans la voiture Autocab, en 1899, d'abord avec un moteur purement shunt dans lequel la vitesse variait de 1 à 2 par simple variation d'excitation, et qui était combiné avec deux demi-batteries couplées en quantité ou en tension. On obtenait ainsi une variation de 1 à 4, le passage du couplage en quantité au couplage en tension des batteries coïncidant avec un accroissement du champ dans le rapport de 1 à 2, de sorte qu'il n'y avait aucun à-coup dans la vitesse.

Le moteur shunt présente l'inconvénient, lorsqu'on met en même temps le courant sur l'induit et sur l'inducteur, d'avoir un démarrage lent, en raison de ce que le champ ne s'établit pas assez rapidement. Il serait facile de remédier à cela, en établissant complètement le champ avant de mettre le courant sur l'induit. On aurait alors avec un moteur shunt fortement excité les mêmes démarrages qu'avec un moteur série.

Un autre inconvénient du moteur shunt, dans l'application qui nous intéresse, provient de ce que, si le conducteur ne renforce pas le champ inducteur quand le courant augmente, dans une forte rampe par exemple, il est possible d'avoir de grands courants dans l'induit pour de faibles excitations, ce qui est mauvais pour la commutation.

Après avoir fait l'essai du moteur shunt, nous avons donc été conduit à le remplacer peu de temps après par un moteur compound. Nous avons en même temps abandonné le couplage de batteries, les accumulateurs restant toujours en tension. La simple variation du maximum à zéro de l'excitation shunt faisait varier la vitesse de 10 à 25 km : h, l'excitation série étant telle qu'elle donnait en palier cette vitesse de 25 km : h. Il est possible d'obtenir par le même procédé des variations de vitesse plus étendues, par exemple dans le rapport de 1 à 3 et même de 1 à 4.

Le démarrage se faisait sur résistances et avec la plus forte excitation du moteur. Il n'y avait donc aucun couplage; une seule batterie, un seul moteur, un seul collecteur, soit le minimum de complications.

L'appareillage se réduisait à un commutateur pour les résistances de démarrage, un commutateur pour les résistances de champ et un inverseur pour la marche arrière. Ces trois appareils étaient d'ailleurs réunis en un seul, donnant par conséquent par une seule manœuvre marche avant, marche arrière et freinage électrique.

La plus grande économie que peut donner un tel mode de réglage de la vitesse ne se trouve pas aux moments des accroissements de vitesse, mais surtout aux moments des ralentissements, des arrêts et dans les descentes. Dès qu'on renforce le champ, il y a diminution rapide de vitesse et freinage électrique par récupération. La voiture peut donc se conduire presque entièrement sans toucher aux freins mécaniques, simplement par variation du champ.

L'énergie cinétique emmagasinée dans la voiture en mouvement n'est plus absorbée en pure perte dans les freins. Or, cette énergie cinétique est considérable puisque, une masse de 1 tonne lancée à une vitesse de 30 km : h renferme une force vive égale à 10 watts-heure. Au moindre ralentissement obtenu par renforcement du champ inducteur, on met dans la batterie une part importante de l'énergie cinétique qui correspond à la différence de vitesses obtenue. L'énergie ainsi récupérée doit être emmagasinée dans la plaque à la surface même de la matière active et près du conducteur, de sorte qu'elle est restituée aussitôt après que le freinage électrique a cessé, avec un rendement voisin de l'unité.

Il faut ajouter la récupération aux descentes, qui donne, en outre d'un gain sérieux d'énergie, la possibilité de régler la vitesse dans ces descentes à une valeur quelconque.

Si l'on met en ligne de compte le nombre considérable d'arrêts, de démarrages, de ralentissements, de reprises qu'exige la circulation dans les rues encombrées d'une grande ville, on comprendra combien d'une part la conduite de la voiture sera simplifiée puisque la même manœuvre accélère ou ralentit progressivement et aussi rapidement qu'on le veut; et quel avantage il y aura, d'autre part, en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie et la conservation des organes.

Nous voulons, en terminant cet examen de la voiture électrique, montrer combien certains points auxquels on n'attache souvent pas d'importance, peuvent faire varier la consommation.

Nous avons eu à examiner un certain nombre de voitures électriques auxquelles on voulait apporter des modifications et qui en particulier consommaient beaucoup.

L'une des raisons de la forte consommation provenait

Digitized by Google

du manque de parallélisme des roues, par suite du pincement un peu exagéré vers l'avant qu'on avait donné aux roues directrices. Nous avons trouvé pour chaque roue d'une des voitures 1 cm sur 72. En prenant comme coefficient d'adhérence du caoutchouc sur sol sec (pneumatiques gonflés à 6 kg:cm²) la valeur 0,65 indiquée par M. Arnoux, et comme rendement total moteur et transmissions 0,70, on arrivait à un excès de consommation dû à la convergence des roues de 20 w-h : t-km. Cette énergie perdue est uniquement employée à échauffer et user les bandages.

Il est assez d'usage de faire converger un peu les roues directrices vers l'avant. La direction est plus stable. En ne donnant que 5 mm:m de convergence, en supposant des charges égales sur roues avant et roues arrière, on arrive avec un rendement de 0,70 à un excès de consommation de 6 w-h:t-km à 30 km:h. Il y a donc lieu de réduire le plus possible cette convergence.

Le mieux serait d'avoir des roues parallèles pour la marche en ligne droite et d'obtenir la stabilité de direction, s'il y a lieu, par d'autres procédés.

Ce qui se produit en ligne droite pour des roues directrices non parallèles se produit en courbe lorsque les roues, qui dans ce cas ne doivent plus être parallèles, ne sont pas braquées de l'angle convenable. Or, on sait que les liaisons simples adoptées dans les directions ne donnent qu'un à-peu-près. On peut toutefois, en choisissant convenablement les longueurs des manivelles et leur angle avec l'axe des roues, obtenir des résultats suffisants en pratique. Cette étude n'est pas toujours faite et la plupart des directions sont manifestement fausses.

Le non-parallélisme des roues, qu'elles soient motrices ou directrices, peut être dû à un mauvais montage, comme il peut survenir en cours d'exploitation à la suite de chocs sur les fusées, les essieux, la barre d'accouplement ou les manivelles.

On ne saurait donc attacher trop d'importance à la vérification de toutes les parties de la voiture, d'abord lors de l'étude et de la fabrication, et ensuite pendant l'exploitation.

Voitures pétroléo-électriques. — L'embrayage et la boîte de changements de vitesse à engrenages constituent, de l'avis général, les deux points faibles des voitures à pétrole actuelles. C'est en vue de supprimer les inconvénients de ces deux parties qu'ont été faites les diverses applications de l'électricité dans les transmissions des voitures à pétrole.

A l'embrayage mécanique on peut substituer soit un *embrayage magnétique* du genre de Bovet, soit un *embrayage électrique* du genre Morrisson. L'embrayage magnétique est bien connu. Nous rappellerons simplement en ce qui concerne l'embrayage électrique qu'il est constitué par une dynamo, dont une partie, l'inducteur par exemple, est calée sur l'arbre moteur et l'autre partie, l'induit, est calée sur l'arbre commandé. En fermant la dynamo sur un rhéostat qu'on amène progressivement à une valeur nulle, on obtient l'embrayage. Toutefois celui-ci n'est pas complet, il subsiste une légère différence de vitesse entre l'arbre moteur et l'arbre commandé. Cette différence de vitesse est telle qu'elle crée dans la dynamo en court-circuit un courant qui donne entre l'inducteur et l'induit un couple égal au couple résistant sur l'arbre commandé. L'embrayage électrique n'a pas reçu d'applications.

Il y avait au dernier Salon des exemples d'embrayages magnétiques dans la voiture de la Société des Établissements « Ampère » et dans la voiture « G.E.M. » de la Société générale d'automobiles électro-mécaniques (Licence Pieper).

La boîte de changement de vitesse par train baladeur, simple ou multiple, peut être améliorée par l'emploi de dispositifs dans lesquels les diverses paires d'engrenages sont toujours en prise. Un engrenage de chaque vitesse est fou, sur l'arbre commandé, par exemple, et peut être rendu solidaire de cet arbre par un embrayage. Lorsqu'une vitesse est embrayée, les engrenages des autres vitesses tournent fous. Dans les diverses solutions mécaniques proposées les embrayages employés sont à griffe et ne dispensent pas de l'embrayage ordinaire plus ou moins progressif des voitures à pétrole. Le remplacement des embrayages à griffe par des embrayages magnétiques donne une solution élégante du problème et d'autant plus intéressante qu'elle permet de supprimer l'embrayage général qui précède la boîte de vitesses. C'est ce qu'a fait la Société Ampère.

Avoir des engrenages toujours en prise constitue une amélioration sensible sur le train baladeur, mais n'augmente pas pour cela le nombre des vitesses dont on peut disposer. Celui-ci reste limité à trois ou quatre vitesses au plus.

Si le changement de vitesse doit être conservé, il serait fort désirable qu'il soit progressif, ce qui permettrait d'utiliser le moteur à pétrole toujours dans les meilleures conditions de puissance et de rendement. Il n'a pas, jusqu'à présent, été réalisé de système mécanique satisfaisant de transmission de mouvement, permettant d'obtenir entre des limites étendues et pour des puissances importantes une variation continue de la vitesse.

Les systèmes à poulies extensibles (Fouillaron), à cônes inverses (Mahout), à galet et à plateau de friction (Turicum, Le Métais) ne conviennent qu'aux faibles puissances. Au sujet des plateaux de friction, signalons qu'il serait possible d'obtenir magnétiquement l'adhérence du galet sur le plateau. On aurait ainsi un *changement de vitesse magnétique*.

Le seul système qui, au point de vue mécanique, nous paraisse pouvoir conduire à des résultats pour des puissances un peu importantes consiste à passer par un mouvement alternatif d'amplitude variable de zéro à un maximum qu'il est très facile d'obtenir et d'actionner l'arbre commandé au moyen d'encliquetages. Le renversement du sens d'encliquetage donne la marche arrière.

Les changements de vitesse de ce genre offrent de

Digitized by Google

grandes difficultés de réalisation au point de vue de l'équilibrage des pièces en mouvement alternatif, de l'absence de bruit, de l'obtention d'une marche exempte de saccades. En combinant plusieurs mouvements alternatifs, en employant des encliquetages sans dents, genre Dobo ou à billes, et en disposant convenablement des ressorts amortisseurs, on doit arriver à une solution satisfaisante.

La voiture Marvel était munie d'un changement de vitesse progressif avec encliquetages.

Le changement de vitesse progressif, qui est si difficile à réaliser mécaniquement, est très facile à obtenir par des procédés électriques.

La *transmission électrique* avec génératrice et réceptrice est la solution généralement adoptée sur les voitures pétroléo-électriques ou thermo-électromobiles. Une dynamo calée sur l'arbre du moteur à pétrole et d'une puissance égale, fournit du courant à un ou deux moteurs électriques qui actionnent les roues. A l'ensemble sont adjoints des appareils de manœuvre donnant marche avant, marche arrière, et quelquefois aussi des dispositifs spéciaux pour assurer une puissance sensiblement constante avec des débits variables à la dynamo génératrice. Il y avait un certain nombre de voitures à transmission électrique au Salon : Kriéger, Electromotion, Mercédès-Lohner, Lavo, de Poorter. Nous étudierons prochainement en détail ces différents systèmes.

Une solution différente est obtenue de la manière suivante : en remplaçant le rhéostat variable d'un embrayage électrique du genre Morrisson par une dynamo à force électromotrice variable, calée sur l'arbre commandé ou l'arbre moteur, on transforme cet embrayage en un véritable *changement de vitesse électrique*. L'embrayage électrique constitue alors un embrayage à récupération qui envoie à la deuxième dynamo l'excès de puissance qu'il absorbe. Nous reviendrons plus en détail sur ces changements de vitesse électriques qui n'étaient pas représentés au dernier Salon.

Une variation progressive de vitesse obtenue par des procédés mécaniques ou électriques ou des combinaisons des deux est une excellente solution ; mais il serait encore préférable de se passer complètement du changement de vitesse ou de la transmission électrique qui le remplace.

Le changement de vitesse est nécessité par le manque d'élasticité du moteur à pétrole, qui est incapable de donner ce qu'on appelle vulgairement un coup de collier.

En attendant, ce qui est à l'étude de divers côtés mais n'est pas encore trouvé, que le cycle ou les dispositions actuelles du moteur à explosions soient modifiés pour lui donner un peu des qualités du moteur à vapeur ou du moteur électrique, ce qui permettrait de supprimer la boîte de vitesses, et peut-être aussi l'embrayage, certains inventeurs ont pensé à constituer une réserve d'énergie quand le moteur donne un excédent de puissance en bon palier et en descente, et à employer cette réserve d'énergie aux démarrages et à la montée des fortes rampes pour augmenter le couple du moteur à pétrole.

Une solution électrique du problème est employée par la Société française d'automobiles (système Th. de Poorter) et par la Société générale d'automobiles électromécaniques (système Pieper). Elle consiste en principe à utiliser la réversibilité de la dynamo shunt. La dynamo est montée en volant sur l'arbre du moteur à pétrole et est reliée en permanence à une batterie d'accumulateurs. La dynamo fonctionne automatiquement, soit en génératrice pour absorber l'excès de puissance du moteur à pétrole et l'emmagasiner dans la batterie, soit en moteur en utilisant cette provision d'énergie lorsque la vitesse du moteur à pétrole diminue par suite de l'accroissement du couple résistant et qu'il est nécessaire de lui venir en aide.

On constitue ainsi une véritable *voiture mixte* qui à certains moments est propulsée, partie mécaniquement par le moteur à pétrole, partie électriquement par la batterie d'accumulateurs et la dynamo.

Il est possible, au lieu d'emmagasiner électriquement dans une batterie d'accumulateurs, d'emmagasiner de l'énergie sous forme d'air comprimé. La maison Berliet, de Lyon, présentait une solution intéressante que nous indiquerons sommairement.

Dans le système Berliet, on comprime de l'air à une pression de 45 kg par cm² dans un réservoir, et cet air peut être admis au moyen d'une troisième soupape dans chaque cylindre du moteur à pétrole, quand il est nécessaire, par la manœuvre d'une simple manette.

Le dispositif Berliet permet non seulement la mise en marche du moteur mais aussi le démarrage de la voiture embrayée sur une vitesse quelconque et sans qu'il y ait à manœuvrer l'embrayage. Le moteur peut en outre fonctionner simultanément à l'air comprimé et à l'essence en donnant ainsi momentanément une puissance supérieure à sa puissance normale.

P. GASNIER.

## NOUVEAU PHOTOMÈTRE A SCINTILLATION

Dans une communication faite en juin dernier devant la *Physical Society* (1), M. J. S. Dow a donné la description et les résultats d'essais qu'il a obtenus avec une nouvelle forme de photomètre.

Tandis que dans la plupart des types de photomètres, on utilise la loi du carré des distances, M. Dow fait varier l'angle sous lequel les rayons des deux sources viennent tomber sur l'écran (2). Étant donnée la formule générale de l'éclairement

$$\frac{I \cos \theta}{d^2}$$

où $I$ représente l'intensité lumineuse de la source ;

(1) *Philosophical Magazine*, novembre 1907, p. 644.

(2) Ce principe a été appliqué, il y a une vingtaine d'années, par M. Arnoux, dans son *Photomètre cosinus*.

Digitized by Google

$\theta$ l'angle formé par les rayons lumineux tombant sur l'écran avec la normale à la surface de l'écran ;

$d$ la distance de la source à l'écran :

il est évident que l'éclairement de deux sources peut être égalisé soit en faisant varier $d$, soit en modifiant $\theta$. C'est cette dernière solution qu'a adoptée M. Dow, comme nous le disions plus haut.

L'auteur fait remarquer que l'utilisation de la loi du cosinus est avantageuse en ce sens que l'opérateur peut faire la mesure photométrique sans changer de place, ce qui n'est pas toujours possible quand on utilise la loi de l'inverse des carrés des distances.

L'appareil imaginé par M. Dow est représenté schématiquement par la figure 1.

Il consiste essentiellement en un prisme de Ritchie W, dont une des arêtes, placée horizontalement, constitue

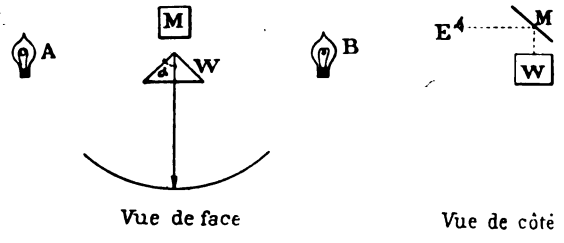



Fig. 1.

l'axe de rotation du prisme ; les deux faces adjacentes à cette arête reçoivent les rayons des sources à comparer. Au-dessus de l'arête horizontale est disposé un miroir M incliné à 45°, qui réfléchit l'image de cette arête dans une lunette.

Quand on vient à faire tourner le prisme, la ligne d'intersection des deux surfaces photométriques qui représente l'axe de rotation paraît donc fixe pour l'observateur.

Soit $\alpha$ l'angle que font les deux surfaces photométriques avec la verticale dans la position symétrique et soit A et B les deux sources à comparer, que nous supposerons équidistantes des deux surfaces : si $I_1$ et $I_2$ représentent les intensités lumineuses respectives de A et B, l'éclairement de la surface tournée vers A sera $\frac{I_1 \cos \alpha}{d^2}$ ; celle de la surface tournée vers B, $\frac{I_2 \cos \alpha}{d^2}$

Si $I_1 = I_2$, on aura donc l'égalité d'éclairement pour la position symétrique du prisme.

Si, au contraire, on a : $I_1 > I_2$, pour obtenir cette égalité, il sera nécessaire de tourner le prisme d'un angle $\theta$ dans le sens de la source de plus grande intensité, parce qu'en procédant ainsi, les rayons émanant de la source A tomberont plus obliquement sur la surface dirigée vers cette source, et moins obliquement, au contraire, sur celle dirigée vers la source la plus faible, B.

Dans ce cas, l'éclairement des deux surfaces photométriques placées vis à vis, A et B, devient respectivement :

$$\frac{I_1 \cos (\alpha + \theta)}{d^2} \quad \text{et} \quad \frac{I_2 \cos (\alpha - \theta)}{d^2}$$

Le rapport des éclairements sera donc ;

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\cos (\alpha - \theta)}{\cos (\alpha + \theta)}.$$

En pratique, l'angle $\alpha$ est de 45° ; c'est l'angle qui donne le maximum de sensibilité de l'appareil : le rapport des éclairements devient donc :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\cos (45 - \theta)}{\cos (45 + \theta)},$$

la connaissance de l'angle $\theta$ permet ainsi de déterminer

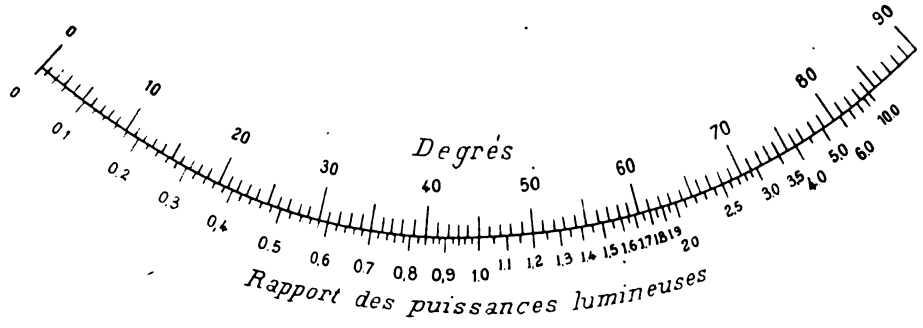



Fig. 2.

ce rapport. Pour mesurer cet angle, M. Dow fixe un levier rigide sur l'arête horizontale du prisme de Ritchie et ce levier se déplace sur un secteur divisé comme l'indique la figure 2. On voit également sur cette figure que, outre la division angulaire, le secteur porte une seconde division exprimant le rapport des éclairements des deux faces en fonction de l'étalon qui est supposé placé à gauche.

C'est dans la portion de cette dernière échelle comprise entre 0,2 et 5 que les lectures présentent le plus d'exactitude parce qu'au delà et en deçà, les valeurs du rapport $\frac{\cos (45 - \theta)}{\cos (45 + \theta)}$ changent trop rapidement avec l'augmentation des valeurs de l'angle $\theta$ ; d'autre part, aux extrémités de l'échelle, les rayons tombent trop obliquement sur une des surfaces, de telle sorte que les moindres inégalités dans la texture de cette surface se trouvent amplifiées et réduisent l'exactitude des comparaisons.

Pour avoir des surfaces photométriques bien blanches et mates, M. Dow a utilisé le plâtre à modeler. Avec un

Digitized by Google

prisme ainsi construit, les valeurs théoriques portées sur l'échelle, déduites de la loi des cosinus concordent bien avec les valeurs trouvées expérimentalement en appliquant la loi de l'inverse des carrés des distances. Dans les limites indiquées plus haut, c'est-à-dire entre 0,2 et 5 de l'échelle inférieure les erreurs sont de 3 pour 100; ces erreurs pourraient probablement être réduites en employant des surfaces photométriques plus parfaites.

M. Dow recommande de régler convenablement la distance des sources lumineuses à étudier, de façon à utiliser autant que possible la partie centrale de l'échelle.

Pour corriger l'erreur due à la lecture des angles, il suffit de faire faire une rotation complète au photomètre pour la deuxième lecture. Mais il faut, pour cela, que les deux sources soient parfaitement réglées par rapport au photomètre et qu'il n'y ait aucun jeu dans l'axe horizontal de rotation.

M. Dow conseille de placer les sources à comparer à 1 m au moins du photomètre, de façon à réduire l'importance d'un réglage défectueux, réglage qui est très délicat, puisque, dans la majorité des cas, le centre de la source est très mal défini.

Un ajustement parfait de l'axe de rotation n'est pas moins important. Un écart de 1 degré sur l'horizontalité de cet axe cause une erreur systématique de 4 pour 100 dans les lectures sur les parties de l'échelle où la précision est la plus grande.

Le photomètre de M. Dow peut s'appliquer à la comparaison par égalité d'éclat ou par scintillement. Il suffit pour employer cette dernière méthode, d'une très légère modification, qui consiste à faire osciller la lentille $L_1$ (fig. 3).

L'auteur est partisan de l'emploi de la méthode du scintillement pour comparer des sources de couleur différente. Il a reconnu expérimentalement que les résultats obtenus par les deux méthodes sont comparables quand la différence de coloration des deux sources n'est pas très accentuée. Le tableau suivant résume quelques-uns de ses essais.

| Nature des Lumières comparées. | Méthode du scintillement. | Méthode de l'égalisation d'éclairement. |
|---|---|---|
| Blanc-blanc . . . . . | 1,031 | 1,034 |
| Blanc-vert pomme. . . . . | 0,911 | 0,906 |
| Blanc-vert vif . . . . . | 1,21 | 1,08 |
| Blanc-rouge vif . . . . . | 2,23 | 2,09 |

On voit l'écart entre les observations s'accentuer dès que les colorations deviennent très différentes. M. Dow croit que les résultats obtenus par la méthode du scintillement sont alors plus exactes.

M. Dow propose d'employer un élément *de contraste* comme le dispositif de la figure 4 pour augmenter la sensibilité du photomètre. Ce dispositif consiste à diviser chacune des surfaces photométriques en trois bandes égales différemment teintées en inversant les teintes d'une surface à l'autre. Ainsi, par exemple, les portions 2 et 5 seront aussi blanches que possible; les portions 1 et 6 teintées de noir de façon à réduire de 4 pour 100, par exemple, le coefficient de réflexion et, enfin, les portions 3 et 4 auront une teinte intermédiaire.

Avec un tel dispositif, quand le prisme sera tourné

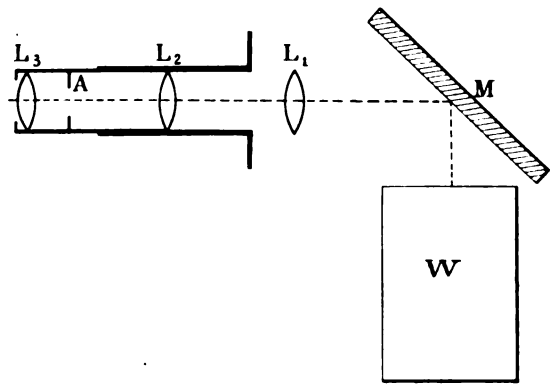



Fig. 3.

légèrement dans le sens des aiguilles d'une montre, le contraste entre les positions 1 et 2 sera accru, tandis qu'il sera diminué entre les portions 6 et 5.

Si on emploie la méthode d'égalité d'éclairement, la mesure sera correcte quand les plages 3 et 4 seront con-

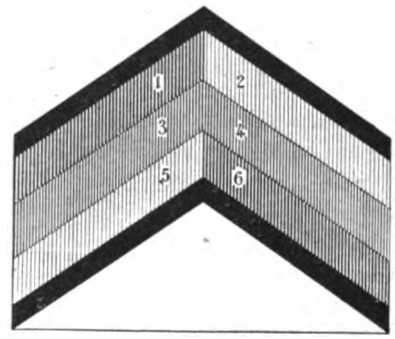



Fig. 4.

fondues et le contraste entre 1 et 2, le même qu'entre 6 et 5.

Ce même dispositif donnera des résultats analogues par la méthode du scintillement.

L'auteur, pour faciliter la comparaison des sources hétérochromes, a essayé d'employer la méthode de Crova qui ne s'applique rigoureusement, comme on sait, qu'aux corps incandescents présentant un spectre continu. Il éprouva des difficultés dans ces essais par suite de la trop grande absorption de la solution interposée, quand on donne à cette solution une épaisseur suffisante pour ne laisser passer qu'une région du spectre très voisine de $\lambda = 0{,}582\,\mu$. Le seul cas dans lequel l'auteur put obtenir une couleur apparemment parfaite avec les deux sources fut quand il opéra des comparaisons entre une lampe à arc et un manchon incandescent.

Avec la méthode du scintillement, une solution de 3 millimètres d'épaisseur, qui laisse passer de $\lambda = 0{,}52$ à $\lambda = 0{,}68\,\mu$ rend bien plus facile la comparaison des sources hétérochromes.

Des mesures furent faites par ce procédé pour comparer :

Digitized by Google

La lampe à incandescence ordinaire avec la lampe Nernst ;

Le brûleur à gaz Argand avec le manchon Auer ;

L'arc ordinaire avec le manchon Auer ;

L'arc ordinaire avec le brûleur Argand ;

L'arc flamme avec le brûleur Argand.

Dans tous ces cas, les résultats obtenus, avec ou sans écran Crova, diffèrent au plus de 2 pour 100, sauf dans le cas où l'une des sources est la lampe à arc ; l'instabilité de la lumière dans ce cas ne permet pas d'atteindre des résultats si précis et la différence des deux séries de mesure est voisine de 5 pour 100.

Toutes ces sources, sauf les lampes à arc flamme ont un spectre continu, et les quelques lignes de ces dernières sources, concentrées dans le rouge et l'orange, ne sont pas susceptibles d'affecter sensiblement les résultats fournis par l'interposition de l'écran Crova.

Il n'en est plus de même si on veut comparer une lampe à vapeur de mercure avec une lampe à incandescence ordinaire.

L'auteur trouva que l'épaisseur de la lame de solution (3 mm) employée dans ces diverses expériences, non seulement n'uniformise pas les couleurs des sources hétérochromes, mais encore affecte sérieusement les mesures photométriques.

L'emploi de l'écran jaune pour faciliter la comparaison des sources hétérochromes n'est admissible aussi que dans le cas des sources présentant un spectre continu. Et encore est-il essentiel que cet écran présente un minimum d'absorption dans le voisinage de $\lambda = 0{,}58\,\mu$ et une absorption uniformément croissante de part et d'autre de ce point.

A. B.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

PAR

# COURANTS ALTERNATIFS AVEC VITESSE VARIABLE

L'une des principales objections formulées parfois contre l'emploi des courants alternatifs dans les installations électro-mécaniques est la difficulté d'obtenir une vitesse variable et, comme corollaire, l'impossibilité d'éviter la dissipation d'énergie sous forme de chaleur dans des résistances appropriées pour le démarrage des moteurs asynchrones.

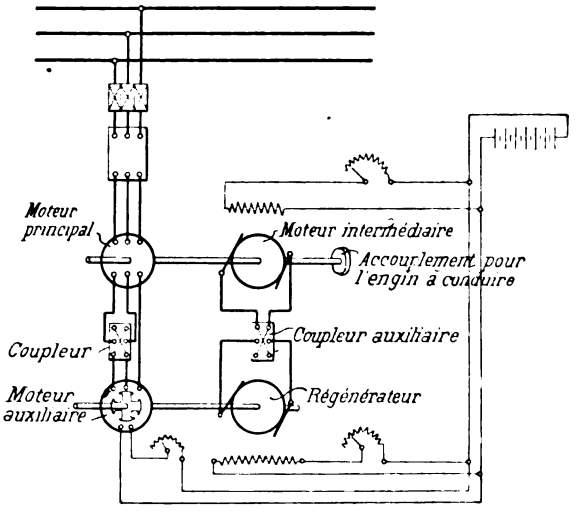
Cet inconvénient, inhérent aux diverses formes du courant alternatif, peut, dans certaines applications importantes — l'extraction dans les mines, par exemple, — constituer un argument suffisant pour entraîner des hésitations dans le choix de la solution.

Jusqu'ici, les courants alternatifs ont toujours été transformés dès qu'il s'est agi d'actionner des appareils à vitesse variable.

Or, nous trouvons dans le journal *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, n° 27 du 24 septembre 1907, un article très intéressant à ces divers points de vue, sous la signature de M. Wilhelm Kübler. Nous y voyons, entre autres choses, que M. Heyland a rappelé dernièrement l'attention sur une solution élégante de la question qui avait même donné lieu à un brevet allemand (n° 155 860) tombé en désuétude, faute d'applications à l'époque où il fut pris.

Sans vouloir entrer dans le détail de l'exposé de M. Kübler, nous indiquerons ici le principe du système dont une disposition schématique est donnée par la figure.

Le réseau principal, et c'est là l'un des avantages éventuels du système, peut être mono-, di- ou triphasé ; il ali-




mente un moteur principal asynchrone dont l'armature secondaire, munie d'un enroulement polyphasé, est reliée à un moteur auxiliaire, lequel peut être, à volonté, du genre synchrone ou asynchrone.

Ce dernier est manchonné avec une génératrice à courant continu ou « régénérateur » dont l'induit alimente un moteur « intermédiaire » à courant continu ; l'armature de celui-ci est calée sur l'arbre même du moteur principal et l'engin à entraîner est attelé, par un procédé mécanique quelconque, à l'accouplement fixé à l'arbre commun au moteur principal et au moteur intermédiaire. Les excitations sont fournies par une source à courant continu indépendante (sur le schéma, une batterie d'accumulateurs).

Le mode de fonctionnement ressort immédiatement du procédé de mise en route que nous allons passer en revue sommairement, en admettant que le moteur auxiliaire soit du type synchrone.

Supposons d'abord l'ensemble au repos.

On lance d'abord le groupe auxiliaire, soit en le faisant démarrer par une source auxiliaire à courant continu, soit en utilisant momentanément le moteur auxiliaire en asynchrone. Lorsque le démarrage est obtenu, on ferme l'interrupteur amenant le courant au moteur principal, qui est encore au repos. Dès que le moteur

Digitized by Google

auxiliaire est en synchronisme, on ferme le coupleur disposé entre l'armature secondaire du moteur principal et l'armature du moteur auxiliaire.

Le moteur principal traversé alors par le courant ainsi établi est le siège d'un couple trop faible pour vaincre le couple résistant assez élevé de l'engin à conduire et des machines dont il est solidaire ; par suite, le moteur principal et l'engin à entraîner restent au repos.

Lorsqu'on veut démarrer la machine principale, le coupleur auxiliaire est fermé, puis les excitations sont établies sur le moteur intermédiaire (excitation maxima) et sur le « régénérateur », de façon à réaliser telles forces électro-motrices et tels couples qu'on désire pour l'accélération.

La puissance fournie au début peut être juste égale à celle nécessaire pour surmonter les pertes dans l'ensemble des machines ; le démarrage peut donc être progressif sans pertes considérables d'énergie.

Dès que le moteur principal, solidaire du mouvement du moteur intermédiaire, est en route, la fréquence des courants produits dans son armature diminue ainsi que la vitesse du moteur synchrone auxiliaire que cette armature alimente.

La puissance fournie au moteur principal peut être maintenue constante, soit à la main, soit automatiquemedt ; le couple du moteur intermédiaire à courant continu diminue proportionnellement avec la vitesse du moteur principal.

On peut également régler le démarrage de façon que l'accélération y soit constante ou donner à l'appareil à conduire une vitesse quelconque.

Les combinaisons auxquelles ce système se prête sont très variées.

L'emploi du moteur synchrone comme moteur auxiliaire permet, par un choix judicieux de l'excitation, de fournir au réseau des courants dévattés compensant ceux absorbés par le moteur asynchrone principal ; le facteur de puissance de l'ensemble peut ainsi être ramené à une valeur voisine de l'unité.

Il nous a paru intéressant de signaler, par ce schéma curieux, une solution économique au point de vue de la dépense d'énergie, pour la commande des engins à vitesse variable ; nous serions surpris qu'elle ne donne pas lieu à des applications des plus variées.

E.-J. Brunswick.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance publique annuelle du lundi 2 décembre 1907.*

M. A. Chauveau prononce l'allocution d'usage dont nous extrayons quelques passages :

... Marcel Bertrand venait à peine de nous quitter que l'Académie apprenait avec stupeur que Moissan disparaissait à son tour. En quelques jours, quelques heures pourrait-on dire, notre illustre confrère succombait aux suites d'une grave appendicite. Moins rapide et moins brutal que l'accident qui supprimait Curie l'année dernière, le coup qui frappait Moissan était tout aussi imprévu et tout aussi cruel ; cruel pour les siens, pour ses amis, pour l'Académie tout entière ; funeste pour la Science, que Moissan servait avec tant d'éclat, pour notre pays dont il était l'honneur aux yeux des chimistes du monde entier !

Lui, au moins, échappa à la graduelle et implacable décadence dont à souffert notre pauvre Marcel Bertrand. Moissan aura eu l'avantage de mourir en quelque sorte debout, en pleine activité physique et intellectuelle, comme les jeunes et vaillants *aimés des dieux* !

Moissan commençait à travailler au moment où la Chimie organique achevait d'inaugurer le prodigieux essor qu'elle a pris de nos jours. Il ne fut pas de ceux qui se laissèrent entraîner dans son sillage. Élève du laboratoire de Frémy au Muséum, il s'adonna à la Chimie minérale. Ni la Science, ni lui, ni nous n'eûmes à le regretter. Ceux qui feront son éloge académique se trouveront en présence d'une des œuvres les plus intéressantes de la Chimie contemporaine. On n'a que l'embarras du choix pour justifier par de célèbres exemples l'exactitude de ce jugement sommaire sur l'œuvre de Moissan. Mais il convient surtout de rappeler les principes et la méthode dont il s'est inspiré dans la création de cette œuvre.

Moissan avait été frappé de bonne heure par les succès que Henri Sainte-Claire Deville avait obtenus en s'adonnant à la Chimie physique, c'est-à-dire à l'étude de l'influence exercée par les actions physiques sur la constitution chimique des corps minéraux. Il admirait les phénomènes de dissociation provoqués entre les éléments qui entrent dans cette constitution, quand ces éléments sont soumis à des conditions déterminées de température et de pression. Un jour, à l'apogée de sa carrière, Moissan s'attachera avec une obstination sûre d'elle-même à ces conditions de température et de pression. Pour leur communiquer leur summum d'activité, il imaginera de nouveaux et particulièrement puissants moyens, et il en obtiendra la production artificielle du diamant. Auparavant, il aura tiré, de l'acide fluorhydrique, le fluor à l'état libre, en s'adressant à une autre action physique, celle de l'électricité, et en déterminant les conditions qui rendent l'acide fluorhydrique sensible à l'électrolyse.

Dans les annales de la Science, on rencontre peu de sujets offrant plus d'intérêt que l'isolement du fluor. Si elle était racontée très simplement dans tous ses détails, par un narrateur de métier, l'histoire véridique de cet isolement exercerait autant d'attrait qu'un beau roman. On y trouve tous les éléments avec lesquels se constitue le succès des œuvres d'imagination. Le dramatique coup de théâtre n'y manque même pas : une dure déception survenant à l'improviste dans les plus émotionnantes circonstances et donnant au triomphe final, à la conquête définitive du fluor libre, un grand surcroît d'éclat.

On sait comment la préparation de ce corps, après avoir été complètement réussie par Moissan, échoua misérablement, quand il voulut la réaliser devant la Commission chargée par notre Académie de contrôler l'expérience. Le courant électrolysant refusa absolument de s'établir devant les juges que Moissan s'était choisis. On était ramené aux insuccès de Frémy, qui avait tenté le premier l'électrolyse de l'acide fluorhydrique.

L'annonce du succès de Moissan avait été sensationnelle. Son échec fit plus de bruit encore. Il eût peut-être découragé tout autre que Moissan. Sur son solide esprit, cette déconvenue n'exerça pas la moindre influence. Comme tout expérimentateur sûr de sa méthode et de sa technique, Moissan savait trop bien qu'un fait obtenu une première fois doit s'obtenir constamment si les conditions expérimentales restent identiquement les mêmes. Évidemment, dans les cir-

Digitized by Google

constances, les conditions de la seconde expérience n'étaient pas celles de la première. En quoi différaient-elles? Moissan le recherche et acquiert rapidement la preuve que, dans la première expérience, l'acide fluorhydrique liquide avait été rendu conducteur du courant électrique par la présence d'une trace de sel, le fluorure de sodium, qui avait servi à sa préparation.

Ce sel jouit nécessairement de la conductibilité électrolytique démontrée dans ses analogues et si bien utilisée par le génie de H. Davy. Mais il est impossible de faire servir ce fluorure de sodium à la préparation du fluor; ce dernier rencontre toujours à l'électrode positive les autres corps qui y sont transportés en même temps que lui et avec lesquels il peut, grâce à son exceptionnelle puissance d'affinité, s'unir instantanément.

Heureusement que Moissan s'est aperçu que, dissous en très petite quantité dans l'acide fluorhydrique liquide, le fluorure de sodium peut entraîner son dissolvant dans son mouvement de décomposition. Cette constatation, d'abord purement empirique, s'est expliquée ensuite de la plus heureuse manière quand la Physique moléculaire se fut enrichie des notions si intéressantes que nous possédons maintenant sur les ions et l'ionisation.

Voilà donc définitivement établies les conditions matérielles fondamentales de l'isolement du fluor. Il reste encore à vaincre les énormes difficultés que la prodigieuse activité chimique du fluor libre peut susciter à sa préparation. Moissan sait les supprimer toutes, et il fait de cette préparation une opération courante de laboratoire, capable d'être transformée en une fabrication industrielle.

Une fois en possession du fluor libre, Moissan en a étudié toutes les propriétés et fonctions chimiques. Personne ne contestera que, dans cette région limitée de la Chimie, la Science est redevable à Moissan de presque toutes les conquêtes qui y ont été faites.

Combien d'autres conquêtes, plus nombreuses et plus importantes encore, Moissan ne rencontra-t-il pas dans l'exploitation du four électrique, à l'aide duquel il parvint à réaliser la fabrication artificielle du diamant?

On ne connaît guère les conditions de la formation naturelle de cette pierre précieuse. Mais les hypothèses se sont largement donné carrière sur cet intéressant sujet. Inspiré par celle de Daubrée, Moissan supposa qu'il serait possible d'obtenir le charbon à l'état cristallin si l'on parvenait à le dissoudre, sous des pressions extraordinairement élevées, dans le fer liquide. Le four de Moissan lui fournit la température nécessaire à la fusion simultanée des deux corps. Quant à la surpression, il l'obtint par un artifice très simple, la projection brusque du creuset dans l'eau froide, provoquant ainsi, par refroidissement du contenu, autour du noyau central restant liquide, la formation d'une enveloppe solide, dont la rétraction pouvait exercer une formidable pression sur ce noyau central.

Le résultat fut bien celui qu'attendait Moissan. De petits diamants, noirs ou incolores, existaient dans le culot de fonte et pouvaient en être retirés après sa dissolution dans l'acide chlorhydrique.

Ce n'était peut-être pas la première fois que des diamants étaient produits artificiellement. Mais tout était nouveau dans la méthode employée par Moissan pour obtenir les siens, et le four électrique allait devenir entre ses mains et celles de ses élèves un merveilleux instrument de progrès pour la Chimie minérale. Grâce aux très hautes températures qu'il permet de produire et d'exploiter, beaucoup de corps simples, à peu près inconnus à l'état de liberté, ont pu être préparés avec la plus grande facilité. Ce n'est pas tout. A ces températures élevées, le carbone se volatilise et acquiert une extraordinaire activité qui lui permet de s'unir à un grand nombre de métaux, en créant une foule de carbures du plus haut intérêt. L'histoire de ces carbures, jointe à celle des siliciures et des borures obtenus de même à l'aide des températures du four électrique, arrive ainsi à former, en Chimie minérale, un chapitre nouveau, dont Moissan a le droit de revendiquer pour lui presque exclusivement la paternité.

. . . . . .

La mort de Berthelot, en se produisant quelques semaines après la disparition de Moissan, dans les circonstances émotionnantes que l'on connaît et dont le souvenir n'est pas près de s'éteindre parmi nous, frappait notre compagnie d'un des plus grands deuils qu'elle eût jamais connus. Quand la nouvelle s'en répandit, ce fut comme un glas funèbre qui, dans le monde scientifique, retentit des bords de la Seine aux rivages les plus lointains. Les adresses de condoléances affluèrent à l'Académie de tous les centres de vie intellectuelle dispersés à la surface du globe. C'est le plus bel hommage qui pût être rendu à la mémoire de Berthelot, le plus éclatant témoignage de reconnaissance envers son œuvre et les services exceptionnels qu'elle a rendu à la science et à l'humanité!

. . . . . .

Transportons-nous maintenant dans un des autres domaines de la Chimie exploités par Berthelot. Nous allons voir qu'il a su, là encore, s'acquérir des titres à la reconnaissance des physiologistes. Ils ont pu, en effet, tirer très grand parti de ses laborieuses et fécondes études sur les quantités de chaleur prise ou rendue, dans les actions chimiques dont les substances minérales et les substances organiques peuvent être le siège.

De Lavoisier à Regnault, nombreuses déjà et très importantes avaient été les déterminations de mesures calorimétriques. Mais c'est Berthelot qui eut l'idée d'en faire la codification, au profit de la nouvelle Science, la *Thermochimie*, qui allait servir de base à la *Mécanique chimique*.

Jusqu'alors l'*affinité*, ou la force qu'on suppose intervenir dans les combinaisons chimiques pour les produire ou les modifier, ne nous apparaissait que comme une vague entité, tout à fait indéterminée. A cette entité, Berthelot réussit à donner un corps, en montrant que la puissance des forces d'affinité se mesure aux quantités de chaleur, c'est-à-dire d'énergie, qui se libèrent ou s'absorbent dans les réactions chimiques provoquées par ces forces.

Elles sont innombrables les déterminations délicates que Berthelot fut obligé de faire pour donner toute la précision nécessaire à son étude des phénomènes exothermiques ou endothermiques, qui, dans les divers corps simples ou composés, accompagnent tous leurs changements d'état ou de composition.

Ces mémorables travaux de thermochimie entraînaient à leur suite des conséquences considérables.

Dans l'ordre théorique, c'est une nouvelle contribution aux principes simplificateurs de la philosophie scientifique. Celle-ci est en mesure d'affirmer que l'énergie n'intervient pas dans la mécanique chimique autrement que dans la mécanique générale. Qu'elle soit considérée dans les atomes ou dans les énormes mobiles déplacés par les moteurs mécaniques, l'énergie subit les mêmes transformations, accompagnées des mêmes équivalences, soumises aux mêmes lois. Ainsi, dans dans ce nouveau domaine de la science, l'œuvre de Berthelot concourt encore à établir l'unité des forces de la nature.

Dans l'ordre des applications pratiques, la thermochimie a conduit Berthelot à l'étude d'un certain nombre de faits de première importance et surtout à celle des explosifs. On sait combien cette dernière a été féconde et comment elle a abouti à la découverte de la poudre sans fumée par notre confrère M. Vieille....

Digitized by Google

## PRIX DÉCERNÉS EN 1907

### MECANIQUE

**Prix Montyon** (Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur). — La Commission attribue le prix à M. Cuenot, ingénieur des Ponts et Chaussées, pour ses études expérimentales sur les déformations des voies de chemins de fer et sur les moyens d'y remédier.

Elle accorde une mention exceptionnellement honorable à M. le professeur Petot, pour le cours qu'il a professé, à la Faculté des sciences de Lille, sur la théorie des automobiles.

Elle désire ainsi l'encourager à terminer la publication de ce cours, dont un fascicule seulement a paru.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

**Prix Poncelet** (Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur). — La Commission attribue le prix à feu M. le colonel Renard, pour l'ensemble de ses recherches mathématiques et expérimentales sur la mécanique et pour la part qui lui revient dans l'état actuel de l'aéronautique.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport,

### NAVIGATION

**Prix extraordinaire de six mille francs** (Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille; Bertin, rapporteur). — Sur la proposition de la Commission, l'Académie décerne les deux tiers du prix à M. Gaydé, ingénieur en chef de 1re classe du Génie maritime à la Section technique des Constructions navales, pour ses travaux sur la protection des navires de guerre; le tiers du prix à feu M. Estève, mécanicien de la marine, victime de la catastrophe du *Iéna*, pour son ouvrage sur les turbines marines à vapeur.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par l'Académie.

### PHYSIQUE

**Prix Hébert** (Commissaires : MM. Mascart, Becquerel, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Lippmann, rapporteur). — L'ouvrage de M. Lucien Poincaré sur la *Physique moderne* contient l'exposé des principaux chapitres qui sont venus, en ces dernières années, enrichir la science. On sait que depuis un temps relativement court de grandes découvertes se sont succédé en s'enchaînant : les expériences de Hertz sur la propagation de l'induction électromagnétique se rattachent aux phénomènes de l'électro-optique. Les rayons Rœntgen ont conduit à la découverte des corps radioactifs par M. Henri Becquerel, et du radium par P. Curie. D'autre part, les propriétés remarquables des membranes semi-perméables, qui éclairent le phénomène de l'endosmose, s'expliquent par la théorie des ions, très analogue à celle des rayons Becquerel. Ces récentes découvertes ne sont pas exposées dans les anciens traités de physique, ou bien elles n'y ont été introduites que sous forme de suppléments.

M. Lucien Poincaré a jugé qu'il était utile de présenter, sous une forme élémentaire et en un petit volume, l'aspect de la physique moderne, en donnant à chaque partie une étendue proportionnelle à son importance, et en faisant ressortir les liens que la théorie fait entrevoir entre les divers chapitres. Il a su faire les réserves nécessaires sur la solidité des hypothèses impliquées par cette théorie et, en même temps, montrer avec clarté l'enchaînement de ce vaste ensemble.

Votre Commission a pensé que cet ouvrage de philosophie scientifique méritait d'être récompensé par l'attribution du prix Hébert.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

**Prix Hughes** (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincarré; Becquerel, rapporteur). — La Commission du prix Hugues a decerné le prix à M. P. Langevin, pour l'ensemble de ses travaux.

La partie expérimentale de ceux-ci est relative aux phénomènes d'ionisation des gaz, étudiés avec le succès que l'on sait, dans le laboratoire du professeur J.-J. Thomson, à Cambridge, où M. P. Langevin a exécuté, il y a quelques années, ses premières recherches. L'auteur a réalisé, dans les méthodes d'observation, divers perfectionnements et les a appliqués à l'étude de la mobilité des ions gazeux. Parmi les résultats obtenus, on doit mentionner la constatation de l'existence permanente, dans l'atmosphère, d'ions de faible mobilité, portant des charges électriques très notables, ainsi que la réalisation, en collaboration avec M. Moulin, d'un appareil enregistreur des ions de l'atmosphère, applicable aux diverses catégories d'ions et servant à des recherches poursuivies au sommet de la tour Eiffel.

Ces déterminations expérimentales ont été corrélatives de développements théoriques sur la diffusion des molécules gazeuses et sur les propriétés des électrodes.

L'étude approfondie de ces dernières a conduit l'auteur à formuler des vues théoriques intéressantes sur les propriétés magnétiques et diamagnétiques des corps.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

**Prix Gaston Planté** (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Amagat, rapporteur). — La Commission a décidé d'attribuer le prix Gaston Planté à M. Mathias, pour l'ensemble de ses travaux et en particulier pour les recherches considérables relatives au magnétisme terrestre exécutés depuis 1893 jusqu'à ces dernières années.

Il n'y a donc lieu que de rappeler brièvement les recherches antérieures à ce dernier travail. Les premières datent de 1886 et 1887; elles ont été faites en collaboration avec M. Cailletet et ont pour objet la détermination des densités de vapeur et de liquide à saturation.

Tous les autres travaux publiés depuis par M. Mathias lui sont personnels.

C'est d'abord un travail considérable relatif à la détermination expérimentale de la chaleur latente de vaporisation des gaz liquéfiés. M. Mathias a entrepris ensuite et mené à bonne fin un ensemble important de mesures calorimétriques ayant pour but la détermination des chaleurs spécifiques des liquides et des vapeurs à saturation; ce travail n'est pas moins remarquable par les résultats auxquels il a conduit que par l'habileté et l'ingéniosité avec lesquelles ont été abordées des difficultés expérimentales réellement considérables.

Je rappellerai encore de nombreuses Notes touchant les propriétés thermiques des fluides et un ensemble fort intéressant et bien connu de recherches relatives aux lois des états correspondants.

Le travail de M. Mathias sur le magnétisme terrestre constitue le tome VII des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, publié en 1907. Dans un premier mémoire, M. Mathias expose l'ensemble d'un nombre énorme de mesures absolues d'inclinaison, de déclinaison et de composante horizontale exécutées à Toulouse; ces mesures montrent comment les variations des éléments en question sont liées à l'action solaire; se limitant aux mesures de déclinaison et de composante horizontale, l'auteur arrive à cette conclusion que : ce ne sont pas les taches du Soleil qui agissent sur l'aiguille aimantée, mais certaines parties de la surface solaire infiniment plus étendues.

Un second mémoire est consacré aux mesures faites aux

Digitized by Google

environs de Toulouse; partant de ces données, M. Mathias montre comment on peut résoudre le problème consistant à soustraire le plus possible la représentation du champ magnétique terrestre superficiel à l'action du temps, par l'adoption d'une station de référence convenablement choisie. La partie essentielle du travail de M. Mathias est la recherche de la loi de distribution régulière des éléments magnétiques d'une contrée à date fixe; il montre qu'il y a, pour un élément magnétique donné, des stations régulières obéissant à une même loi de continuité fonction seulement de la latitude et de la longitude géographique, et des stations irrégulières n'obéissant à aucune loi connue. La loi qui régit les stations régulières, dans le cas de la France et du remarquable réseau déterminé par M. Mourcaux, a été établie par deux méthodes, l'une due à M. Mathias, l'autre appliquée en commun avec M. Baillaud; elles conduisent aux mêmes résultats et montrent que notre pays, au point de vue magnétique, est le type des contrées régulières, malgré les anomalies présentées par le bassin de Paris, le plateau de Bretagne et le Massif central.

D'après M. Mathias, le champ magnétique terrestre peut être considéré comme étant la superposition d'un vecteur constant dépendant du magnétisme des roches de l'écorce terrestre et d'un vecteur variable d'origine électromagnétique et provenant des courants qui, d'après Blavier, circulent dans l'air, mais dont une partie traverse les couches superficielles de la Terre, ce qui expliquerait l'influence du relief du sol et de la nature des couches superficielles, que l'ensemble des recherches dont il s'agit met en évidence.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

**Prix La Caze.** — (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Maurice Levy, Poincaré; Gernez, rapporteur.) — M. Paul Villard, sorti de l'École Normale agrégé des sciences physiques, passa quelques années dans l'enseignement des lycées; mais, n'y trouvant pas les ressources matérielles nécessaires pour continuer les recherches qu'il avait entreprises, il obtint un congé et reçut au laboratoire de chimie de l'École Normale une hospitalité que les directeurs se firent un devoir et un honneur de lui continuer. Pendant un an, il s'est exclusivement voué aux investigations scientifiques avec une ardeur et une persévérance que stimulaient sans cesse la nouveauté, l'élégance et l'éclat des résultats obtenus.

Ses premières expériences ont fait connaître l'existence de 24 hydrates de corps simples ou composés, gazeux à la température ordinaire; entre autres, l'hydrate d'argon (la seule combinaison de ce corps simple qui ait encore été réalisée). Il montra qu'ils ont une composition commune ($M + 6H^2O$), même forme cristalline, etc. Il fit voir ensuite que les gaz comprimés peuvent, même à froid, dissoudre les corps solides ou liquides les plus divers. Il donne le moyen aisé de reproduire, à volonté, même au-dessus de la température du point critique, les phénomènes inexpliqués du mirage que l'on observe au voisinage de cette température.

Ces recherches mettaient en lumière les qualités d'expérimentateur sagace et habile de M. Villard. Il les développa plus brillamment encore lorsqu'il aborda l'examen des rayons cathodiques, des rayons de Röntgen et autres. Pour en faire une étude suivie et fructueuse, il fallait varier la forme et les dimensions des ampoules de verre, les modifier et les transformer suivant les exigences des résultats obtenus. M. Villard, qui avait acquis l'habileté d'un praticien consommé, construisit ses appareils, les appropria à ses recherches et put multiplier à volonté les essais. Par une série d'expériences admirablement ordonnées, il établit que la configuration de l'ampoule et sa disposition par rapport à la cathode ont une influence importante sur la forme et le diamètre du faisceau émis par la cathode. Il mit en évidence, par des dispositifs ingénieux, l'existence d'un afflux matériel arrivant sur la cathode et reconnut que cette matière donne presque exclusivement le spectre de l'hydrogène. Il en déduisit l'explication des rayons de Goldstein (Kanalstrahlen) et de l'échauffement bien connu de la cathode. Au cours de ses recherches, il imagina une série d'ingénieux appareils : transformateurs, soupapes électriques et, en particulier, l'osmo-régulateur. Cet instrument permet d'introduire de l'hydrogène dans une ampoule ou de l'en extraire au moyen d'un tube de platine chauffé au rouge; il est couramment employé aujourd'hui par les radiographes.

Parmi les expériences que M. Villard a réalisées sur les rayons X de Röntgen, il convient de signaler celles qui sont relatives aux effets qu'ils produisent sur les plaques photographiques et les écrans phosphorescents, tels que le platinocyanure de baryum. Il montre qu'ils sont effacés par la lumière, d'où il résulte qu'une plaque impressionnée sur toute sa surface par les rayons X, puis exposée devant un paysage, dans une chambre photographique, pendant 40 à 50 secondes, reprend son aspect initial, aux blancs du paysage, et donne, par conséquent, un cliché positif.

On savait que le radium émet des rayons très absorbables (rayons $\alpha$) et des rayons déviables par les aimants, comme les rayons cathodiques (rayons $\beta$); M. Villard eut l'idée de chercher s'il n'existait pas, dans le faisceau de radiations émis par le radium, un rayonnement comparable aux rayons de Röntgen. Malgré la faible quantité de matière qu'il avait à sa disposition (1 dg de chlorure de baryum radifère, de médiocre activité), il tenta l'expérience. Il dévia les rayons $\beta$ par un champ magnétique et constata l'existence d'autres radiations très pénétrantes mais non déviables, qui sont aujourd'hui désignées par la lettre $\gamma$.

Parmi les travaux plus récents de M. Villard, l'étude de la décharge électrique mérite d'être signalée comme modèle : choix des expériences, élégance des appareils employés pour leur démonstration, netteté des déductions auxquelles elles conduisent, tout concourt à prouver que, pour expliquer les propriétés magnétiques de l'arc ou de l'étincelle, il est nécessaire de les assimiler, non pas à un ensemble de particules en mouvement, mais à des conducteurs flexibles. L'expérience a, sur ce point, vérifié les résultats prévus par le calcul et cette assimilation a conduit l'auteur à découvrir nombre de faits nouveaux, tels que la segmentation de la lumière positive, l'allumage progressif de la chaîne anodique dans le sens anode-cathode avec des vitesses qui descendent parfois à quelques mètres par seconde, le passage du phénomène de Geissler à l'étincelle condensée et à l'arc, par suppression des phénomènes cathodiques, etc. L'expérience de Melde, réalisée avec une colonne gazeuse dont la décharge fait un cordon lumineux, a confirmé, de la manière la plus inattendue, la curieuse interprétation proposée par l'auteur.

L'étude détaillée des enroulements cathodiques dans des champs non uniformes n'est pas moins importante. Elle a permis à M. Villard de donner une théorie très simple de l'aurore polaire, théorie qu'il a confirmée en reproduisant artificiellement l'aspect et les particularités principales du phénomène naturel. Elle repose sur deux propriétés remarquables des rayons cathodiques produits dans un champ magnétique de révolution analogue par sa forme au champ terrestre. La première, découverte analytiquement par M. Poincaré, dans le cas d'un champ à lignes de force rectilignes convergentes, est le rebroussement que subissent les trajectoires cathodiques, quand elles arrivent à une certaine distance d'un pôle magnétique; la seconde, qui résulte de la décroissance du champ avec la distance à l'axe, est le décalage qui transforme en une spirale particulière la circonférence qu'on observerait dans un champ uniforme, normal à la direction de la vitesse. De ces deux propriétés, il résulte qu'entre deux pôles magnétiques un rayon cathodique ne s'enroule pas sur un tube de force, mais forme, autour de l'axe du champ, une spirale gauche complexe dont l'enveloppe présente l'aspect d'une série de faisceaux en zigzag se terminant, à distance

Digitized by Google

de chaque pôle, à des parallèles magnétiques. L'ensemble de ces enroulements constitue, dans chaque hémisphère, près de chaque pôle, un éventail auroral limité, comme dans le phénomène naturel, par un arc circulaire dont l'intérieur est sombre.

La rotation de l'aurore, la danse des rayons, les apparences de drapeaux sont expliquées par la largeur plus ou moins grande des surfaces d'émission, les variations soit de la vitesse des corpuscules, soit de l'intensité ou de la forme du champ terrestre.

Enfin M. Villard a créé, pour la télégraphie sans fil, un alternateur spécial, dont le courant, analogue pour sa forme à celui d'une bobine d'induction, mais beaucoup plus puissant, convient tout particulièrement à ce genre d'applications.

Ces travaux, dans lesquels on ne sait ce qu'il faut admirer le plus, de la sagacité de l'inventeur, de la persévérance et de l'habileté du praticien, légitiment la décision unanime de la Commission de décerner le prix La Caze à M. Paul Villard.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par l'Académie.

**Prix Kastner-Boursault.** — (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Gernez, Maurice Levy, Poincaré; Violle, rapporteur.) — La Commission décerne le prix à M. Pierre Weiss.

Depuis plus de dix ans, M. P. Weiss, aujourd'hui professeur au Polytechnicum de Zurich, poursuit des recherches d'un très grand intérêt sur le magnétisme.

Dans sa thèse, faite au laboratoire de l'École Normale, il montre que les cristaux ferromagnétiques cubiques ne se comportent pas comme des matières isotropes, mais obéissent à des lois générales qu'il a étudiées expérimentalement.

L'étude de la pyrrhotine l'occupe ensuite et le conduit à la connaissance détaillée des propriétés tant réversibles qu'irréversibles d'un cristal ferromagnétique, propriétés qu'il réussit à exprimer analytiquement d'une façon complète.

De la ressemblance des courbes représentant l'intensité d'aimantation en fonction du champ et de la température avec celles qui représentent la densité d'un fluide en fonction de la pression et de la température, Curie avait conclu que l'état paramagnétique est analogue à l'état gazeux, l'état ferromagnétique à l'état liquide. M. Langevin a donné récemment une théorie qui rend remarquablement compte des propriétés des corps diamagnétiques et paramagnétiques. M. P. Weiss s'est proposé d'établir dans le même ordre d'idées une théorie du ferromagnétisme, et il y a réussi au moyen d'une hypothèse ingénieuse sur les actions mutuelles des molécules magnétiques.

En considérant le *champ moléculaire*, il a établi théoriquement la variation du ferromagnétisme avec la température, essayant même de suivre les propriétés magnétiques du fer au delà de la température de transformation; il a pu ainsi retrouver les propriétés expérimentales des cristaux ferromagnétiques et expliquer dans tous leurs détails les courbes et cycles d'aimantation des métaux industriels.

Parallèlement à ces travaux théoriques de grande importance, il menait à bien les recherches les plus délicates; il imaginait des procédés nouveaux et construisait des appareils remarquables : tel son appareil pour montrer les propriétés magnétiques de la pyrrhotine; tel surtout cet électro-aimant qui, sous un volume relativement faible, donne les champs les plus puissants que l'on ait obtenus jusqu'à ce jour (46 300 gauss).

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

### CHIMIE

**Prix Montyon (arts insalubres).** — (Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing père, Carnot; Haller, rapporteur.) — A l'unanimité des membres présents, la Commission décerne le prix Montyon à M. Bonneville pour la découverte qu'il a faite et la fabrication qu'il a établie, d'un mastic à base de zinc métallique destiné, en remplacement du mastic au minium de plomb, à la confection dans l'industrie des joints chauds et en particulier des joints de vapeur.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par l'Académie.

---

### PRIX GÉNÉRAUX

**Prix Trémont.** — (Commissaires : MM. Chauveau, Becquerel, de Lapparent, Maurice Lévy, Bornet; Darboux, rapporteur). — Le prix est attribué à M. Charles Frémont.

**Prix Petit-D'Ormoy (sciences mathématiques).** — (Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert; Darboux, rapporteur). — Le prix est décerné à M. Pierre Duhem, correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux de physique mathématique.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

**Prix Pierson-Perrin.** — (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Maurice Lévy, Poincaré; Becquerel, rapporteur). — La Commission du prix Pierson-Perrin, a décerné le prix à M. A. Cotton.

L'auteur a d'abord découvert, en 1895, que certains milieux, doués de la polarisation rotatoire, absorbent inégalement des rayons lumineux polarisés circulairement, selon qu'ils sont droits ou gauches. L'anomalie que cette inégale absorption apporte dans ce phénomène rotatoire est corrélative de la dispersion anomale aux environs des bandes d'absorption des corps en question. Ces considérations ont ensuite été étendues par l'auteur au phénomène de la polarisation rotatoire magnétique, et, le premier, il a appelé l'attention sur l'intervention, dans ces phénomènes, de la dispersion anomale, dont toute l'importance a été mise en évidence par les travaux ultérieurs de divers physiciens.

Le phénomène de Zeeman, c'est-à-dire l'action d'un champ magnétique sur les périodes des mouvements émis ou absorbés par les sources lumineuses, intimement lié, du reste, à la polarisation rotatoire magnétique, a été de la part de M. Cotton l'objet d'intéressantes expériences et, tout récemment encore, l'auteur, avec la collaboration de M. P. Weiss, déterminait de la manière la plus précise diverses valeurs numériques relatives à cette remarquable manifestation du magnétisme sur les mouvements intermoléculaires de la matière.

Il y a quelques années, M. Majorana avait observé que certaines solutions colloïdales deviennent biréfringentes, lorsqu'elles sont soumises à l'action d'un champ magnétique.

Ce phénomène a été l'objet d'une importante étude de la part de M. A. Cotton, avec la collaboration de M. H. Mouton. Les auteurs ont retrouvé dans les solutions colloïdales, rendues temporairement biréfringentes, les propriétés du dichroïsme circulaire que M. Cotton avait étudiées antérieurement; ils ont montré que le phénomène pouvait s'expliquer par une orientation, dans le champ magnétique, de particules invisibles en suspension dans les liquides, donnant lieu à la biréfringence, au dichroïsme et à la polarisation rotatoire, et dont le changement de grosseur modifie les propriétés magnéto-optiques.

Perfectionnant ensuite une expérience de M. Schmauss, ils ont pu, en produisant le phénomène magnétique dans des liquides qui se coagulent en gelée par refroidissement, fixer dans ces gelées le dichroïsme, la polarisation rotatoire et une aimantation résiduelle, obtenant ainsi, avec les solutions colloïdales d'hydroxyde ferrique, de véritables aimants transparents.

Enfin plus récemment, les mêmes auteurs ont étendu leurs

Digitized by Google

observations à des liquides organiques non colloïdaux, généralisant ainsi considérablement les manifestations de ces très intéressants phénomènes qui peuvent déceler le rôle insoupçonné de particules invisibles en suspension dans divers milieux transparents.

Les mêmes collaborateurs ont complété les observations précédentes par des études sur la vision des corps ultra-microscopiques, qui ont fait l'objet d'études très intéressantes de la part de MM. Siedentopf et Zsigmondi, et l'application de méthodes que MM. Cotton et Mouton ont imaginées ou perfectionnées a fourni une importante contribution aux recherches sur les milieux colloïdaux, analysées plus haut.

On pourrait encore mentionner diverses autres expériences de M. A. Cotton, et en particulier des réseaux obtenus au moyen des franges d'interférence, mais le court résumé des travaux ingénieux et féconds que nous venons de rappeler suffit pour justifier la décision de la Commission.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

---

## PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS POUR LES ANNÉES 1909, 1910, 1911, 1912 ET 1913

### MÉCANIQUE

**Prix Montyon** (700 fr). — Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Académie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences* ».

**Prix Poncelet** (2000 fr). — Prix annuel décerné alternativement à un ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées. Le prix Poncelet sera décerné en 1909 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées.*

**Prix Vaillant** (4000 fr). — Prix biennal à sujet variable. — L'Académie a mis au concours, pour l'année 1909, la question suivante : *Perfectionner, en un point important, l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.*

**Prix Boileau** (1500 fr). — Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.* A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1909.

**Prix Fourneyron** (1000 fr). — L'Académie met au concours, pour l'année 1910, la question suivante : *Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.*

### PHYSIQUE

**Prix Hébert** (1000 fr). — Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'électricité.

**Prix Hughes** (25000 fr). — Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la physique.

**Prix Gaston Planté** (5000 fr). — Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1909.

**Prix L. La Caze** (10000 fr). — Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des ouvrages ou mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la physique. Il ne pourra être partagé.

**Prix Kastner-Boursault** (2000 fr). — Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les arts, l'industrie et le commerce.

### CHIMIE

**Prix Jecker** (10000 fr). — Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique.*

**Prix Cahours** (5000 fr). — M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des sciences la somme de *cent mille francs.* Conformément au vœu du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la chimie.

**Prix Montyon (Arts insalubres).** — (Un prix de 2500 fr et une mention de 1500 fr). — Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

**Prix L. La Caze** (10000 fr). — Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la chimie. Il ne pourra pas être partagé.

**Prix Berthelot** (5000 fr). — Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1910.

**Prix Alhumbert** (1000 fr). — L'Académie met au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante : *Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.*

---

## PRIX GÉNÉRAUX

**Médaille Arago.** — L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

**Prix Gegner** (5800 fr). — Ce prix *annuel* est destiné « à

Digitized by Google

soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

**Prix Trémont** (1100 fr). — Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

**Prix Wilde** (Un prix de 4000 fr ou deux prix de 2000 fr). — M. Henri Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

**Prix Saintour** (5000 fr). — Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des sciences.

**Prix Pierson-Perrin** (5000 fr). — Ce nouveau prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la deuxième fois, à la séance annuelle de 1909.

**Prix Houllevigue** (5000 fr). — Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts. L'Académie le décernera, en 1910, dans l'intérêt des sciences.

**Prix Caméré** (4000 fr). — Ce nouveau prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire*. Ce prix sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, en 1910.

**Prix Jérôme Ponti** (3500 fr). — Ce prix *biennal* sera accordé, en 1910, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la science*.

**Prix Jean Reynaud** (10 000 fr). — Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

« Les membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

« Le prix sera toujours décerné intégralement ; dans le cas où aucun ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

**Prix Estrade-Delcros** (8000 fr). — M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*. Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1915.

## BIBLIOGRAPHIE

**Drahtlose Telephonie** (Téléphonie sans fil), par Ernest Ruhmer. — Imprimerie de l'auteur, Berlin, 1907. — Format : 17 × 25 cm, 142 pages, 159 figures.

Nous sommes un peu en retard pour parler de ce livre, paru il y a près de six mois, et ceci pourrait tromper sur la valeur réelle du travail qu'il représente. En effet, à l'époque de sa publication, on connaissait peu de choses sur la téléphonie sans fil et, bien que Ruhmer soit un de ceux qui se sont occupés de cette question, on pourrait être étonné de n'y pas voir cités les appareils de Forrest, Fessenden, etc.

Le livre de Ruhmer est en grande partie un exposé des recherches de l'auteur dans ce domaine, et ce caractère ne diminue pas la valeur de l'ouvrage, au contraire ; et comme Ruhmer a soin de donner toutes les antériorités dans les recherches qu'il cite, on peut considérer ce travail comme un des plus complets sur la question.

La première partie est consacrée à la radiotéléphonie par la lumière et la chaleur, elle commence naturellement avec les recherches de Graham Bell et nous conduit jusqu'aux expériences toutes récentes de l'auteur, lesquelles sont, avec les ressources modernes, la reproduction de celles de Bell.

La seconde partie débute, avec le chapitre Hydrotéléphonie (!), par les systèmes de transmission qui remplacent les conducteurs par l'eau d'une rivière, ensuite les systèmes par induction (Gavey et Preece, Trowbridge, etc.), et enfin la téléphonie par ondes électriques. Dans ce chapitre se trouvent rassemblées les études sur l'arc chantant, les essais de Poulsen et tout ce qui a conduit récemment à des applications réelles de la radiotéléphonie.

H. Armagnat.

**Formules, tables et renseignements usuels** de Claudel, 11e édition, tome II. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1907. — Format : 14 × 23 cm, 1300 pages, 618 figures.

Ce second volume, consacré à la construction des routes, des chemins de fer, des ponts, des bâtiments et aux machines à vapeur ne renferme rien d'électrique, abstrac-

Digitized by Google

tion faite de deux pages consacrées à la traction; il est à mentionner pour les renseignements qu'il réunit sur les sujets ci-dessus.

---

**La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde**, par E. Monier. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1907. — Format : 12 × 19; 150 pages. — Prix : 2 fr.

---

**Agenda Dunod pour 1908 : Electricité**, par J.-A. Montpellier. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris. — Format : 10 × 15 cm. — Prix : 2,50 fr.

---

**Le mécanicien industriel**, par Paul Blancarnoux. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1907. — Format : 14 × 21 cm; 820 pages; 400 figures, — Prix : 12 fr.

L'auteur, suivant une tradition regrettable à notre avis, a consacré plus du quart de son livre aux sciences fondamentales : arithmétique, géométrie, etc., et les pages ainsi détournées du sujet véritable auraient été mieux employées à expliquer certains passages un peu obscurs.

Le livre renferme, après des notions de mécanique théorique, les éléments des machines, les moteurs à vapeur et hydrauliques, les dynamos, l'outillage, l'hygiène et la législation, c'est dire que chaque partie ne peut y être traitée que très sommairement.

---

**Die drahtlose Telegraphie im internen Recht und Volkerrecht.** (La télégraphie sans fil au point du droit particulier des États et du droit international), par F. Meili. — *Orell Fussli*, éditeurs, Zurich, 1908. — Format : 16 × 23 cm; 100 pages. Prix : 3,50 fr.

La question traitée dans ce livre est un peu spéciale, néanmoins les intérêts qu'elle met en jeu sont déjà assez nombreux et importants pour justifier le commentaire des lois qui régissent la télégraphie sans fil dans les différents États, et ceci constitue, après une introduction (première partie), la seconde partie du livre. La troisième partie examine la situation de la télégraphie sans fil en face du droit international, en temps de paix et en temps de guerre. Enfin un supplément donne le texte de la convention radiotélégraphique internationale de 1906. H. A.

---

**La technique de la houille blanche**, par E. Pacoret. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1908. — Format : 16 × 25 cm; 830 pages; 300 figures et 12 planches. — Prix : 25 fr.

Le plan de cet ouvrage est assez original : faire un livre renfermant tout ce qui intéresse les ingénieurs ayant à s'occuper de la houille blanche et de ses applications, en réunissant, dans un seul volume, une véritable encyclopédie, constitue une œuvre assez délicate et demande de la part de l'auteur une attention soutenue pour ne mettre que ce qu'il faut et, néanmoins, donner sur chaque point des détails suffisants pour qu'une personne déjà initiée aux questions techniques puisse s'y retrouver.

Il semble bien qu'après avoir nettement délimité le problème M. Pacoret ne l'a pas trop mal résolu, car son livre renferme beaucoup de choses que même des praticiens exercés seront heureux d'y trouver. L'auteur nous semble d'abord avoir eu le grand mérite de ne pas chercher à faire un livre pour tout le monde; il a éliminé toutes les explications soi-disant élémentaires destinées à faciliter l'intelligence du texte et par là, s'il a perdu quelques lecteurs, il a fait un livre susceptible de rendre service à ceux qui veulent réellement étudier la question.

La première partie « Aménagement des chutes d'eau » renferme tout ce qui a trait à la construction des usines hydrauliques : hydrologie, jaugeage, canalisations, barrages, turbines, régulation et enfin des descriptions de nombreuses usines hydroélectriques aménagées.

La seconde partie « Production, transmission et transformation de l'énergie électrique » intéressera moins les électriciens, mais, par contre, elle pourra rendre des services aux ingénieurs non spécialisés, en mettant sous leurs yeux les différents types de machines, leur calcul, la construction et le calcul des lignes de transmission.

Enfin, la troisième partie « Electrochimie et électrométallurgie » renferme un exposé d'ensemble des applications considérables de l'électricité dans cette voie.

Les vingt-quatre pages de la préface écrite par M. Blondel seront lues avec intérêt et constituent la meilleure recommandation pour ce livre. H. Armagnat.

---

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

---

380 563. — **Balachowsky et Caire.** — *Perfectionnements apportés au réglage des machines électriques en général* (10 octobre 1906).

380 655. — **Société Nya Ackumulator Aktiebolaget Jungner.** — *Accumulateur à alliage de nickel* (9 août 1907).

380 672. — **Felten et Guillaume Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft.** — *Moteur à répulsion interverti* (9 août 1907).

380 668. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Perfectionnements dans les moteurs asynchrones à courants alternatifs* (9 août 1907).

380 684. — **Firme Neudorffer.** — *Machine électromagnétique polypolaire servant d'appareil d'allumage pour moteurs, avec mise en rotation automatique actionnée par un ressort* (27 mai 1907).

Digitized by Google

380 493. — **Dieter, Bowsher et Davis.** — *Dispositif pour la mise en place des câbles dans les tubes ou conduits* (26 avril 1907).

380 557. — **Sawyer.** — *Trolley* (5 août 1907).

380 583. — **Mayot et Houlehan.** — *Coupe-circuit à lames de plomb* (6 août 1907).

380 637. — **Goisot.** — *Procédé de fixage des conducteurs aux extrémités des résistances électriques* (13 octobre 1906).

380 638. — **Goisot.** — *Perfectionnements aux résistances électriques* (13 octobre 1906).

380 661. — **The Morgan Crucible C° Limited.** — *Dispositif perfectionné pour attacher des conducteurs flexibles à des balais de collecteurs et d'autres applications analogues* (9 août 1907).

380 601. — **Fabrik Elektrischer Zünder G. m. b. H.** — *Procédé pour la préparation de dépôts métalliques* (7 août 1907).

380 610. — **Viel.** — *Four électrique* (7 août 1907).

380 699. — **Marbe.** — *Procédé pour faire varier les flammes par les ondes électriques* (6 juillet 1907).

380 586. — **Kilborn.** — *Lampe électrique à arc* (6 août 1907).

380 738. — **Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Système de transmission électrique* (10 août 1907).

380 841. — **Sullivan.** — *Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques* (14 août 1907).

380 842. — **Sullivan.** — *Dispositif à articulation réglable pour le montage des récepteurs sur les casques des téléphonistes* (14 août 1907).

380 853. — **Stone, Stone.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fils* (16 août 1907).

380 893. — **Turner.** — *Système de téléphone* (23 avril 1907).

380 921. — **Graham.** — *Tableau de communications téléphoniques* (28 juin 1907).

380 707. — **Rivaux.** — *Pile électrique* (16 octobre 1906).

380 731. — **Société Felten et Guilleaume Lakmeyerwerke.** — *Machine électrique monophasée à collecteur* (9 août 1907).

380 086. — **Ben Tayoux.** — *Machine magnéto-électrique* (13 août 1907).

380 881. — **Asbestos Wood C°.** — *Matières isolantes et leur mode de production* (17 août 1907).

380 905. — **Faconeisen-Walzwerk L. Mannstaedt C°.** — *Chevalet pour conducteurs électriques* (1er juin 1907).

380 907. — **Pirdschun.** — *Interrupteur automatique* (6 juin 1907).

380 739. — **Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Procédé pour la fabrication des lampes électriques* (10 août 1907).

380 740. — **Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Procédé pour la fabrication de filaments pour lampes* (10 août 1907).

380 802. — **Gesellschaft für Verwertung Chemischer Produkte.** — *Procédé de fabrication de corps incandescents* (13 août 1907).

380 807. — **Szubert.** — *Lampe à arc électrique* (14 août 1907).

380 855. — **Davis.** — *Perfectionnements aux douilles de lampes à incandescence* (18 août 1907).

380 881. — **Société Brenot frères.** — *Système de serrage des supports de lampes à incandescence* (17 août 1907).

380 984. — **Lohmuller.** — *Dispositif destiné à remplacer les cabines téléphoniques* (19 août 1907).

381 017. — **Baumann.** — *Compteur d'électricité* (20 août 1907).

380 954. — **Ernst Eisemann und C°.** — *Armature pour inducteurs magnétiques* (8 juillet 1907).

381 065. — **Saxon Engineering C°.** — *Machine à faire les enroulements d'induits* (21 août 1907).

381 023. — **Artom.** — *Appareil transmetteur d'ondes électriques* (20 août 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### AFFAIRES NOUVELLES

**Société d'électricité de Séville et extensions.** — Société anonyme française, au capital de 4 millions, divisé en 40 000 actions de 100 fr, dont 7000 d'apports entièrement libérées et 33 000 libérées du quart, 50 000 parts de fondateur, 12 500 aux apporteurs, 37 500 aux actionnaires. Aucun bilan dressé. Siège social, 5, rue Laffitte, Paris; durée cinquante ans. Objet : toutes entreprises électriques. MM. le marquis de Santillane, Baradat, Cazalis, Fontanille, Lalanne, Monin, Schneider apportent la propriété de trois chutes d'eau sur le Guadalquivir avec terrains et études et reçoivent 7000 actions entièrement libérées, 12 500 parts de fondateur et 700 000 fr. Bénéfices : réserve légale et 5 pour 100 d'intérêt aux actions; le surplus : 10 pour 100 au Conseil d'administration, 50 pour 100 aux actions, 40 pour 100 aux parts de fondateur. Assemblée générale au siège social sur convocation insérée quinze jours avant dans deux journaux de Paris. Le Conseil d'administration est autorisé par les statuts à émettre suivant les besoins jusqu'à 4 millions en obligations 5 pour 100 remboursables au pair en quarante ans par tirage au sort; garantie : tout l'actif social.

**Société roubaisienne d'éclairage par le gaz et l'électricité** (*en formation*). — Société anonyme fonctionnant sous le régime de la législation française.

Siège social à Paris : 69, rue de Miromesnil.

Objet principal : l'exploitation de la concession d'éclairage par le gaz et l'électricité, accordée par la ville de Roubaix à la Société « Énergie électrique du Nord de la France », approuvée par décret de M. le Président de la République le 9 juillet 1907, à charge de constituer une Société anonyme nouvelle devant assurer cette exploitation (*art.* 54 de l'acte de concession).

La Société a aussi pour objet la participation directe ou indirecte à toutes les opérations ou entreprises pouvant se rattacher à l'objet ci-dessus, notamment la vente de gaz ou d'énergie électrique pour le chauffage et la force motrice. Elle pourra, à cet effet, créer des Sociétés nouvelles, participer à leur constitution ou à l'augmentation de capital des Sociétés existantes, soit directement, soit par voie d'apports, de vente de tout ou partie de l'actif, de fusion ou autrement. Elle pourra aussi solliciter, obtenir et exploiter toutes autres concessions de gaz, d'électricité, de transport, de distribution d'eau, etc. En un mot, elle peut participer à toutes opérations financières ou industrielles se rattachant directement ou indirectement à l'objet principal ci-dessus sans que la cessation d'exploitation de cet objet principal amène, nécessairement, la liquidation de la Société.

Durée : quatre-vingt-dix-neuf années, la première année sociale devant prendre fin le 31 décembre 1908.

Digitized by Google

Capital social : 3 millions de fr, divisé en 12 000 actions de 250 fr chacune.

---

**Compagnie d'électricité du Sénégal.** — I et II. Dénomination et législation : Compagnie d'électricité du Sénégal, Société anonyme en formation suivant les lois françaises.

III. Siège : Paris, 19, rue Cambacérès.

IV. Objet : exploitation du droit exclusif de distribution et de vente de l'énergie électrique destinée à l'éclairage, au chauffage, au transport de force et à toute autre de ses applications, dans l'agglomération présente ou future de Dakar (Sénégal); organisation et exploitation, pour son compte personnel ou en régie, de tous services publics ou particuliers d'éclairage, de chauffage, de force motrice et de transport dans les colonies dépendant du gouvernement général de l'Afrique occidentale française.

V. Durée : quarante-cinq années du jour de la constitution définitive.

VI. Capital : 2 000 000 de fr divisés en 8000 actions de 250 fr à souscrire en numéraire et à libérer du quart à la souscription; en outre, de 8000 parts de fondateur donnant droit à 40 pour 100 des bénéfices et attribuées en représentation d'apports.

VII. Apports et rémunération : 1° la concession pour une durée de quarante-cinq années du droit de distribution et de vente de l'énergie électrique destinée à l'éclairage, au chauffage, au transport de force ou à toute autre de ses applications dans l'étendue de l'agglomération de Dakar ; cette partie de l'apport étant faite sans rémunération ; 2° le bénéfice des études, travaux, plans, devis, démarches et dépenses faits et des concours acquis en vue de la constitution de la Société et de son développement ultérieur, et ce, moyennant les 8000 parts de fondateur sus-énoncées et un remboursement de dépenses de 50 000 fr.

VIII. Avantages aux administrateurs : jetons de présence à fixer par l'Assemblée générale et 10 pour 100 des bénéfices après les prélèvements d'usage.

IX. Convocations aux assemblées générales : insertion dans un journal d'annonces légales de Paris avec indication du lieu de la réunion, à vingt jours pour les Assemblées ordinaires et à quinze jours pour les Assemblées extraordinaires.

X et XI. Bilan et obligations : néant, la Société étant en formation.

---

**Société hydro-électrique de l'Eau-D'Olle.** — *Émission d'obligations.* — Société fonctionnant sous la législation française.

En vertu de l'article 29 des statuts, la Société va procéder, en plusieurs fois, à l'émission de 2400 obligations hypothécaires de 500 fr chacune représentant l'emprunt de 1 200 000 fr, autorisé par ledit article. Ces obligations sont productives d'un intérêt de 5 pour 100, moins les impôts, et remboursables en vingt-cinq années par voie de tirage au sort. Elles seront garanties par une affectation hypothécaire sur une chute d'eau de la Société et par des nantissements de marchés de fournitures d'énergie électrique.

---

**Compagnie française des perles électriques Weissmann.** — *Émission d'actions.* — L'Assemblée générale extraordinaire du 22 octobre 1907 des actionnaires de cette Société a voté l'augmentation du capital social de 500 000 fr à 1 million de fr par la création de 5000 actions nouvelles de 100 fr, dont 2700 actions à souscrire en numéraire et 2300 actions à remettre à M. Weissmann, en représentation de son apport de :

1° L'invention faisant l'objet du brevet d'une durée de quinze ans pris en France le 12 août 1899, sous le n° 291 715 au nom de MM. Weissmann et Wydts sous le titre : « Nouveau système d'utilisation des courants électriques alternatifs pour éclairage par lampes à incandescence. »

2° La jouissance dudit brevet dont il déclare être seul propriétaire.

Ledit apport à faire sous diverses conditions générales et notamment sous la réserve d'exploitation par M. Weissmann de ladite invention et du brevet pris et de ceux à prendre dans les autres pays que la France et la Belgique.

Le bilan de la Société concernant l'exercice couru du 1er avril 1905 au 30 juin 1906, époque à laquelle le capital de la Société n'était que de 100 000 fr, a été établi de la manière suivante :

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Caisses et banquiers | 15 013,80 fr. |
| Débiteurs divers | 25 689,15 |
| Inventaire des marchandises | 111 585,41 |
| Apports | 29 260,65 |
| Mobilier, outillage, maquettes, etc. | 16 685,55 |
| Publicité de premier établissement et expositions. | 21 198,35 |
| Frais de constitution | 2 953,00 |
| Total | 220 385,91 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 100 000,00 fr. |
| Banquiers : compte avances | 81 400,35 |
| Effets à payer | 25 357,75 |
| Fournisseurs | 7 862,17 |
| Créditeurs divers | 2 279,50 |
| Réserve légale | 166,30 |
| Bénéfice net du premier exercice | 5 357,84 |
| Total | 220 385,91 fr. |

Il n'a pas été établi d'autres bilans depuis l'Assemblée générale du 15 février 1907 ayant décidé de modifier la clôture annuelle de chaque exercice social en la fixant au 31 décembre.

Il n'existe pas d'obligations.

---

**Compagnie d'électricité du Sud-Est.** — *Émission d'actions et d'obligations.* — Société anonyme au capital de 200 000 fr, divisé en 400 actions de 500 fr entièrement libérées.

La Société a pour objet :

1° La distribution d'éclairage électrique et de force motrice dans les communes de : Cagnes, Saint-Laurent-du-Var, la Colle, Saint-Paul, Biot, Villeneuve-Loubet, Cabbé, Roquebrune (Alpes-Maritimes), Ollioules, Sanary, Reynier (Var), Aubagne, Roquevaire (Bouches-du-Rhône); toutes opérations similaires en France ou à l'étranger;

2° Tous travaux d'installations électriques, tant dans les communes exploitées que partout ailleurs;

3° Tout commerce ou industrie qui pourra être désigné par une Assemblée générale extraordinaire, dont la majorité sera souveraine, pour modifier même l'objet de la Société s'il y a lieu.

Le dernier bilan a été dressé le 31 décembre 1906, comme suit :

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Caisse | 13 145,99 fr. |
| Prime de remboursement et frais d'émission des obligations | 6 950,00 |
| Pascal | 30 000,00 |
| Société de la Nervia | 70 000,00 |
| Matières en magasin | 95 124,77 |
| Premier établissement | 410 806,49 |
| Débiteurs divers, sur installations amortissables. | 11 480,55 |
| Liquidation des exercices clos | 15 821,15 |
| Total | 651 528,75 fr. |

Digitized by Google

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 200 000,00 fr. |
| Emprunt obligatoire | 139 000,00 |
| Réserve statutaire | 1 853,00 |
| Réserve supplémentaire | 1 578,02 |
| Coupons d'actions à payer | 7 610,20 |
| Intérêts d'obligations à payer | 187,50 |
| Créditeurs divers | 80 192,50 |
| Caisse de crédit de Nice | 16 660,70 |
| Énergie électrique | 74 172,89 |
| Société de Monte-Carlo | 7 071,06 |
| Fournisseurs divers | 101 184,57 |
| Installations amortissables | 6 501,24 |
| Profits et pertes | 15 517,07 |
| Total | 651 328,75 fr. |

Il a été déjà émis 400 obligations de 500 fr.

La Société se propose : de porter le capital social de 200 000 à 300 000 fr par l'émission de 200 actions de 500 fr qui seront souscrites contre espèces; et d'émettre 200 obligations de 500 fr nouvelles, en sus de 400 déjà émises.

Ces 200 obligations nouvelles seront émises au fur et à mesure des besoins.

---

**Société toulousaine d'électricité.** — *Émission d'obligations.* — Cette Société au capital de 3 millions de fr, fondée sous le régime de la loi française, va émettre 2000 obligations de 500 fr à 5 pour 100, amortissables au pair en 45 années, à partir du 1er juillet 1913.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1906

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Constructions et installations hydrauliques sur le Bazacle | 1 033 284,76 fr. |
| Installations d'usines restant propriété de la société | 855 030,61 |
| Réseaux à courant continu et sous-stations | 1 440 842,95 |
| Installations d'abonnés, compteurs | 259 136,92 |
| Mobilier et outillage, laboratoire | 49 100,99 |
| Clientèle et fonds de commerce | 971 567,11 |
| Matériel et marchandises en magasin | 220 857,47 |
| Entreprises accessoires | 60 251,11 |
| Disponibilités : | |
| Caisse | 3 286,82 |
| Banquiers | 44 281,27 |
| Débiteurs divers | 205 510,72 |
| Portefeuille | 111 012,60 |
| Primes de remboursement et frais d'émission des obligations | 160 255,70 |
| Extensions en cours (acquisitions de terrains) | 56 855,50 |
| Acompte sur dividende | 40 000,00 |
| Total | 5 509 230,53 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital (actions) | 1 600 000,00 fr. |
| Obligations | 3 202 700,00 |
| Réserve légale | 89 013,23 |
| Créditeurs divers | 295 886,11 |
| Coupons à payer | 14 657,35 |
| Effets à payer | 134 215,85 |
| Amortissements (1) : | |
| *a*) sur le chapitre constructions | 33 976,92 |
| *b*) sur l'ensemble des installations | 54 000,00 |
| Profits et pertes | 84 799,09 |
| Total | 5 509 230,53 fr. |

---

**Compagnie électrique de la Grosne.** — *Émission d'obligations.* — Société anonyme française au capital de 340 000 fr. L'administrateur délégué, autorisé par le Conseil d'administration, a décidé l'émission de 300 obligations de 500 fr à 4 1/2 pour 100, remboursables au pair au plus tard le 30 juin 1955.

---

## COURS DES PRINCIPALES VALEURS D'ÉLECTRICITÉ

AU 31 DÉCEMBRE 1907.

| VALEUR NOMINALE. | DERNIER DIVIDENDE. | | DERNIER COURS. |
|---|---|---|---|
| 250 | 19 | Métropolitain de Paris (act.) | 505 |
| 250 | 5 % | Nord-Sud de Paris (act.) | 242 |
| 250 | 15 | Société Parisienne pour l'industrie des chemins de fer et tramways électriques (act.) | 243 |
| 250 | 12,50 | Tramways électriques et omnibus de Bordeaux (act.) | 253 |
| 100 | » | Tramways Est Parisien (act.) | 39 |
| » | » | — — (act. de prior.) | 64 |
| 500 | 50 | Compagnie générale française de tramways (act.) | 570 |
| 250 | 10 | Compagnie générale Parisienne de tramways (act.) | 160 |
| 250 | » | Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est (act.) | 248 |
| 500 | 17,50 | Électro-métallurgie de Dives (act.) | 381 |
| 500 | 27,50 | Compagnie française Thomson-Houston (act.) | 614 |
| 250 | » | Société d'électricité de Paris (act.) | 355 |
| » | » | Société d'électricité de Paris (parts bénéficiaires) | 492 |
| 500 | 15 | Société des téléphones (act.) | 315 |
| 100 | 7 | Compagnie générale railways et électricité (act.) | 140 |
| 500 | 25 | Tramways Paris et département de la Seine (act.) | 450 |
| 500 | 35 | Tramways Roubaix et Tourcoing (act.) | 609 |
| 500 | 31 | Tramways Rouen (act.) | 615 |
| 500 | 50 | Compagnie continentale Édison (act.) | 1085 |
| » | 20,27 | Compagnie continentale Édison (parts de fondateur) | 528 |
| 250 | 15 | L'Éclairage électrique (act.) | 264 |
| 500 | 25 | Éclairage et force par l'électricité (act.) | 870 |
| 500 | 20 | Énergie électrique du littoral méditerranéen (act.) | 464 |
| 500 | 27,50 | Compagnie générale d'électricité (act.) | 720 |
| 250 | 20 | Société havraise d'énergie électrique (act.) | 372 |
| 100 | 6 | Ouest lumière (act.) | 126 |
| 500 | 45 | Secteur de la place Clichy (act.) | 1040 |
| » | » | Forces motrices du Rhône (parts de fondateur) | 621 |
| 250 | 15 | Travaux d'éclairage et de force (act.) | 278 |
| 500 | 3,5 % | Métropolitain de Paris (obl.) | 447,25 |
| 500 | 4 % | — — (obl.) | 487 |
| 500 | 4 % | Compagnie générale française de tramways (obl.) | 489,25 |
| 500 | 4 % | Câble transatlantique (obl.) | 410 |
| 500 | 5 % | Énergie électrique du littoral méditerranéen (obl.) | 508,50 |
| 500 | 4 % | Énergie électrique du littoral méditerranéen (obl.) | 448 |
| 500 | 4 % | Compagnie générale d'électricité (obl.) | 495 |
| 500 | 4 % | Forces motrices du Rhône (obl.) | 494 |
| 500 | 4 % | Compagnie française Thomson-Houston (obl.) | 496 |
| 500 | 4 % | Société des téléphones (obl.) | 493 |
| 500 | 4 % | Électrométallurgique de Dives (obl.) | 458,50 |

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

60 958. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 386 25 Janvier 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION

H. ARMAGNAT
67, rue du Ranelagh. — Paris, XVIe.

ABONNEMENTS

Paris et Départements : 24 francs par an.
Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION

9, rue de Fleurus, 9
Paris.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

Informations. — Congrès international des applications de l'électricité. — Concours pour la fourniture de deux groupes élévatoires. — Société industrielle d'Amiens. — Comité électrotechnique français. — Transmission sans fil et bluff. — Contrôle des distributions d'électricité. — La protection des réseaux contre la foudre. . . . . 26

Chronique de l'électricité. — *Étranger :* Christiana. Madrid. Milan . . . . . 28

Sur la séparation des pertes dans les moteurs asynchrones. **C. B.** 29

Moteurs-générateurs et commutatrices. **A. Soulier**. . . . . 35

Les fours électriques a induction et leur emploi dans la sidérurgie. **Henry** . . . . . 37

Transfert du bureau téléphonique central Gerrard a Londres. **A. R.** . . . . . 40

Les appareils de synchronisme. **A. S.** . . . . . 42

Académie des sciences. — *Séance du 9 décembre* 1907 : Sur un compas électromagnétique propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins, par **Louis Dunoyer**. — Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines, par **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel**. — L'intensité d'aimantation à saturation du fer et du nickel, par **P. Weiss**. . . . . 44

Société internationale des Électriciens. — *Séance du 8 janvier* 1908 : Réduction électrolytique de l'indigo, par **M. Chaumat**. — Le Bureau international des Poids et Mesures, par **M. Ed. Guillaume**. . . . . 46

Brevets d'invention. . . . . 47

Chronique industrielle et financière. — *Assemblées générales :* Est-Lumière. Compagnie d'Électricité de l'Est-Parisien. . 47

***MM. les Abonnés dont l'abonnement expirait fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.***

## INFORMATIONS

**Congrès international des applications de l'électricité.** — A l'occasion de l'Exposition internationale des applications de l'électricité à Marseille, un Congrès se tiendra dans cette ville, du 14 au 20 septembre 1908.

La Commission d'organisation s'est réunie le 15 janvier, sous la présidence de M. Maurice Lévy et a commencé la discussion du projet qui avait été établi par les commissaires de l'Exposition.

Le bureau de la Commission d'organisation a pour présidents d'honneur : MM. Mascart, d'Arsonval et Hippolyte Fontaine. Son président effectif est M. Maurice Lévy assisté de M. P. Janet, premier vice-président et de MM. Barbillion, Bergonié, Blondel, Brylinski, Boucherot, Fabry, Gall et Meyer-May comme vice-présidents.

Les secrétaires sont MM. Armagnat, Chaumat, Dusaugey et Dr Zimmern. M. Violet est chargé des fonctions de trésorier.

La Commission est divisée en 9 sections :

1° Réglementation ;
2° Construction et protection des lignes ;
3° Éclairage et applications domestiques ;
4° Exploitation technique et commerciale ;
5° Applications à l'industrie, aux mines, à la traction et à l'agriculture ;
6° Électrochimie et électrométallurgie ;
7° Télégraphie et téléphonie ;
8° Enseignement et mesures ;
9° Applications à l'hygiène et à la médecine.

Sans vouloir entrer dès maintenant dans le détail du programme de ce Congrès, nous pouvons dire qu'il s'occupera surtout de questions pratiques et que les discussions porteront principalement sur des sujets qui intéressent tous les exploitants. Des rapports seront demandés aux personnes les plus compétentes sur les sujets dont la discussion est prévue dès à présent, ce qui n'empêchera pas d'ailleurs le Congrès d'inscrire à son ordre du jour les questions qui auront été soumises à la Commission d'organisation.

Nous aurons l'occasion de revenir sur ce Congrès lorsque la liste définitive des rapports sera établie. H. A.

**Concours pour la fourniture de deux groupes élévatoires.** — Ce concours s'applique à deux groupes composés chacun :



Digitized by Google

1° D'une pompe centrifuge, capable de fournir un débit de 2500 litres par seconde, sous une hauteur variable de 4,50 à 7,50 m. L'axe de cette pompe sera situé à la cote 26,40;

2° Un moteur triphasé, 5500 volts, 25 p:s, à axe vertical, dont tous les organes seront disposés de manière à être situés au-dessus de la cote 30,20.

3° Un tableau de manœuvre avec rhéostat pour la mise en route du moteur.

Le prix forfaitaire de l'ensemble ne devra pas être supérieur à 175 000 fr..

Les projets devront être déposés le jeudi 5 mars 1908, avant 2 heures et demie sur le bureau de la Commission, à l'Hôtel de ville. Quinze jours auparavant, les soumissionnaires devront remettre à l'ingénieur en chef du service des eaux, 9, place de l'Hôtel-de-Ville, des certificats constatant les travaux du même genre qu'ils ont déjà exécutés.

Le programme et les cahiers des charges sont déposés à l'Hôtel de ville, bureau des eaux, canaux et égouts.

**Société industrielle d'Amiens.** — Questions mises au concours. — La Société industrielle d'Amiens a, dans son Assemblée générale du 28 novembre 1907, mis au concours, pour l'année 1907-1908, un certain nombre de questions parmi lesquelles nous relevons celles qui sont relatives à l'électricité.

Les prix seront décernés dans une Assemblée générale extraordinaire.

Ces prix se composeront de sommes d'argent, de médailles d'or et de médailles d'argent. Les médailles pourront être converties en espèces.

Si une question n'est pas complètement résolue, il pourra être accordé, à titre d'encouragement, une récompense moindre que le prix offert.

Tout concurrent, par le fait même qu'il se présente au concours, s'en remet à l'appréciation souveraine de la Société, qui entend décliner toute responsabilité quant aux conséquences de ses jugements dans les concours.

Les étrangers sont admis à concourir, sauf pour les questions qui comprendraient une clause restrictive à leur égard. Mais tous les mémoires doivent être rédigés en français.

Les mémoires ne devront pas être signés. Ils porteront une épigraphe qui sera reproduite sur un pli cacheté contenant les nom, prénoms et adresse de l'auteur ou inventeur de procédés, et l'attestation que le mémoire est inédit.

Quant aux auteurs des appareils qu'on ne pourra juger qu'en les soumettant à des expériences suivies, ils devront se faire connaître en en faisant l'envoi.

Ces appareils devront fonctionner à Amiens, de préférence, ou sur un point de la région à proximité d'Amiens, dans un rayon de moins de 100 km. Il en sera de même pour les essais de procédés divers.

Tous les manuscrits, brochures et mémoires avec plans adressés pour le concours resteront acquis à la Société qui se réserve le droit de les publier en totalité ou en partie; mais les auteurs pourront en prendre copie.

Les appareils que l'on rendra aux inventeurs, après le concours, devront être accompagnés de plans qui deviendront la propriété de la Société.

Les concurrents devront envoyer leurs manuscrits ou machines, *franco*, au président de la Société Industrielle, rue de Noyon, 29, à Amiens (Somme), d'ici au 1er juillet 1908, terme de rigueur.

Conditions générales. — Le Comité des arts et mécanique n'examine, pour le concours, aucun appareil ni mémoire soumis en même temps à l'examen d'une autre Société industrielle ou déjà récompensés par l'une d'elles. Toutefois, dans ces cas, le Comité des arts et mécaniques pourra examiner les appareils et mémoires en vue d'une publication au *Bulletin de la Société Industrielle*.

En ce qui concerne les appareils soumis à l'examen du Comité, et fonctionnant à Amiens ou dans la région, le Comité appréciera si les dispositions adoptées par les concurrents permettent un contrôle satisfaisant. Les frais nécessaires pour l'installation et le déplacement des appareils ou pour le déplacement d'engins accessoires sont à la charge des personnes qui présentent les appareils. L'installation sera faite par les soins des concurrents eux-mêmes.

Les mémoires qui ne contiendraient que des descriptions d'appareils ne sont pas admis au concours.

Question spéciale. — Des prix sont accordés aux ouvriers et contremaîtres qui, dans leur spécialité, auront apporté un notable perfectionnement à l'industrie.

2e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un dispositif simple, peu coûteux, mais efficace, réalisant un perfectionnement appréciable dans les organes de sécurité des générateurs de vapeur, tels que : fermeture automatique des portes de foyers et de cendriers; loquetage des regards et portes de nettoyage; trappes d'expansion de vapeur; et autres organes destinés à préserver spécialement les chauffeurs.

3e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un générateur mécanique, chimique ou thermique d'électricité remplissant les meilleures conditions de rendement et d'économie

4e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un appareil supprimant ou atténuant dans une grande proportion le bruit des souffleurs à vapeur pour foyers de générateurs. Le dispositif devra être efficace, peu encombrant, d'un montage et démontage faciles et enfin peu coûteux.

5e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un clapet automatique d'arrêt de vapeur répondant aux prescriptions du décret du 26 juin 1886, et remplissant les deux conditions suivantes :

Suppression absolue de toute fermeture intempestive et prix très modéré.

L'appareil présenté devra être en fonctionnement depuis un an au moins dans une usine de la région et être susceptible d'être vérifié en marche courante.

6e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un appareil ou un procédé destiné à prévenir les effets nuisibles des matières contenues dans les eaux d'alimentation des générateurs.

Cet appareil ou ce procédé devra exiger peu de surveillance et présenter une amélioration sur les appareils ou procédés déjà récompensés.

7e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un perfectionnement appréciable apporté aux dispositifs mécaniques ou autres déjà proposés pour prévenir les accidents du travail et améliorer les conditions hygiéniques dans les établissements industriels, et spécialement dans ceux qui emploient des moteurs mécaniques.

8e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un frein dynamométrique pouvant remplacer le frein de Prony, avec une installation plus commode que celle qui est nécessitée par ce dernier.

9e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un dynamomètre simple et peu coûteux permettant de mesurer le travail absorbé par un outil ou un métier quelconque commandé par courroie ou par engrenage.

10e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un coupe-circuit d'éclairage avec métal fusible, fondant sans arc durable, pour une intensité bien déterminée et supports mauvais conducteurs de la chaleur, ininterchangeable, mais facilement réparable, d'un prix d'acquisition peu élevé.

11e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un accumulateur remplissant les meilleures conditions de rendement et de durée.

L'accumulateur présenté devra être réalisé et non simplement à l'état d'étude ou de projet.

Il devra réaliser des progrès sérieux sur tous les appareils

Digitized by Google

déjà construits, notamment au point de vue : de la capacité, du débit, de la rapidité de charge, du nombre de décharges qu'il peut subir sans démontage et surtout du rendement en énergie.

Il devra présenter en outre des facilités de démontage et de réparation.

12e Question. — *Médaille d'or.* — Pour une lampe électrique à incandescence réalisant des progrès sensibles et pouvant être fabriquée pour toutes les tensions jusqu'à 250 volts.

La lampe fonctionnant sous sa tension normale devra avoir une consommation inférieure à 2,5 watts par bougie et une durée supérieure à 500 heures. Le pouvoir éclairant devra rester sensiblement le même pendant toute la durée de fonctionnement.

Le concurrent devra présenter 5 lampes de chacun des types de 5, 10 et 16 bougies, étalonnées pour une tension de 225 volts.

13e Question. — *Médaille d'or.* — Pour la découverte et la mise en pratique d'un nouveau procédé d'éclairage particulier et industriel présentant un progrès notable sur les procédés connus.

14e Question. — *Médaille d'or.* — Pour un procédé pratique et peu coûteux pour atténuer la poussière des routes.

Questions laissées au choix des concurrents. — La Société industrielle accordera des récompenses à tout appareil rentrant dans la compétence du Comité de mécanique et rendant de sérieux services dans l'industrie.

33e Question. — *Médaille d'or.* — Pour une application chimique nouvelle et économique de l'électricité dans la région.

**Comité électrotechnique français.** — L'Assemblée générale de ce Comité a été tenue le 10 janvier, sous la présidence de M. Mascart. Deux Commissions ont été nommées ayant pour mission : l'une, d'étudier le projet de vocabulaire technique en français et en anglais, proposé par le Comité anglais, ainsi que la question des symboles et celle des unités photométriques; la seconde, de préparer l'étude des méthodes d'essais et des diverses questions comprises dans le terme *standardization*. Ajoutons, à ce propos, que le Comité a été d'avis de traduire *standardization* par *uniformisation*, ce terme étant celui qui semble le mieux rendre l'idée.

Enfin le Comité a entendu la lecture d'une lettre de M. Ch.-Ed. Guillaume demandant l'emploi du système métrique et a émis le vœu que toutes les dimensions soient exprimées en unités métriques. H. A.

**Transmission d'énergie sans fil... et bluff.** — Le bruit courait récemment qu'un inventeur avait trouvé le moyen de transmettre l'énergie sans fil et qu'il était arrivé à actionner, à distance, un moteur assez puissant. Un syndicat avait été formé pour l'exploitation de cette invention; mais au dernier moment, quelques personnes prises de scrupules avaient émis l'idée de faire contrôler l'expérience, et un professeur très connu de Paris avait été envoyé à Marseille, où réside l'inventeur, pour vérifier les faits.

Un malencontreux fil, dissimulé sous une table, a fait découvrir une connexion avec un réseau de distribution, source de toute l'énergie soi-disant rayonnée, et il y a tout lieu de supposer que le syndicat s'est dissous à temps! A. Z.

**Contrôle des distributions d'électricité. Programme d'examen des agents chargés du contrôle.** — (*Journal officiel*, 28 décembre 1907.) — Un premier examen pour le choix des agents chargés du contrôle aura lieu le 30 juin 1908 et sera soumis aux conditions de l'arrêté ministériel dont nous donnons ci-dessous les passages essentiels :

*Article premier.* — Nul ne peut être désigné, à titre définitif, par une municipalité, pour être affecté au contrôle des distributions d'énergie électrique, s'il n'a préalablement obtenu un certificat d'aptitude délivré par le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, à la suite d'épreuves portant sur les matières définies à l'article 5 ci-après :

*Art.* 2. — Les épreuves ont lieu lorsque les besoins du service l'exigent, et aux dates fixées par le ministre. Des avis insérés au *Journal officiel* font connaître ces dates en temps utile.

*Art.* 3. — Pour être admis à subir les épreuves, les candidats doivent être Français et âgés de plus de vingt et un ans au 1er janvier de l'année dans laquelle ont lieu ces épreuves.

*Art.* 4. — Les demandes d'admission aux épreuves doivent être adressées, sur papier timbré, au ministre des travaux publics, par l'intermédiaire du préfet du département où résident les candidats. Elles sont accompagnées :

1° D'une expédition authentique de l'acte de naissance du candidat, et, s'il y a lieu, d'un certificat établissant qu'il possède la qualité de Français;

2° D'un certificat de moralité délivré par le maire du lieu de la résidence, ou par le commissaire de police du quartier, et dûment légalisé;

3° D'un extrait du casier judiciaire remontant à moins de six mois de date.

Les candidats appartenant déjà à une administration publique n'auront pas à produire ces pièces, mais leur demande d'admission devra être appuyée par leurs chefs hiérarchiques.

Le ministre fait connaître aux candidats, par lettres individuelles, s'ils sont ou non admis à prendre part aux épreuves. Il leur indique en même temps la ville où ils auront à se présenter pour les subir.

*Art.* 5. — Les épreuves sont écrites et réglées ainsi qu'il suit :

| | Temps accordé en heures. | Coefficient. |
|---|---|---|
| 1° Questions techniques ou administratives. | 4 | 2 |
| 2° Rapport sur une affaire de service. . . . . | 3 | 1 |
| Totaux. . . . . | 7 | 3 |

*Art.* 6. — Les épreuves ont lieu sur le programme suivant :

Électricité statique : distribution de l'électricité sur les corps; influence; potentiel; machines électro-statiques; condensation de l'électricité; électricité atmosphérique.

Électricité dynamique : courants électriques; loi d'Ohm; courants dérivés; diverses espèces de piles; actions calorifiques des courants; actions chimiques; accumulateurs.

Magnétisme : principes généraux; influence; procédés d'aimantation; magnétisme terrestre.

Électro-magnétisme et électro-dynamique : mouvements résultant de l'action des courants sur les aimants, principes généraux de l'électro-dynamique; mouvements résultant de l'action des courants sur les courants; action de la terre sur les courants; assimilation des courants et des aimants; aimantation par les courants.

Induction : phénomènes généraux; self-induction; courants de Foucault; bobine de Ruhmkorff.

Mesures électriques : unités; mesures des intensités, galvanomètres; ampèremètres; électro-dynanomètres; mesures des différences de potentiel; voltmètres; mesure des résistances; mesure de la capacité électrique; mesure de la puissance et de l'énergie électrique; wattmètres, compteurs; mesures magnétiques.

Production industrielle des courants : machines à courant continu, à courants alternatifs simples ou polyphasés.

Distribution de l'électricité : nature des conducteurs; lignes aériennes; lignes souterraines; section des conducteurs; iso-

Digitized by Google

lement des canalisations; stations centrales; distribution par courant continu; distribution par courants alternatifs simples; transformateurs.

Éclairage électrique : arc électrique; éclairage par incandescence; installation de l'éclairage électrique.

Traction électrique : travail à développer; fonctionnement des moteurs; génération de l'énergie; systèmes de distribution; lignes d'alimentation; conducteurs au niveau de la voie; conducteur aérien; prise de contact; ligne en caniveau; ligne à conducteurs sectionnés; alimentation par courants polyphasés.

Précautions à prendre contre les dangers pouvant résulter des courants électriques industriels; accidents de personnes; dangers d'incendie; phénomènes d'électrolyse; perturbations sur les communications télégraphiques ou téléphoniques; contrôle des distributions d'énergie électrique (loi du 15 juin 1906 et règlements pris pour son exécution).

*Art.* 7. — *Indique que les notes seront cotées de* 0 *à* 20.

*Art.* 8. — *Organise la commission d'examen.*

*Art.* 9. — *Discipline des examens.*

*Art.* 10. — Sont dispensés des épreuves prévues aux articles précédents :

1° Les ingénieurs des ponts et chaussées, des mines, des postes et des télégraphes, ainsi que les agents qui en remplissent les fonctions, en vertu d'arrêtés du ministre des travaux publics;

2° Les conducteurs des ponts et chaussées reçus aux concours ouverts après l'émission de l'arrêté ministériel du 25 novembre 1902;

3° Les contrôleurs des mines admis aux concours réglementés par le décret et l'arrêté du 14 février 1907;

4° Les anciens élèves diplomés :

De l'école nationale des ponts et chaussées;

De l'école nationale supérieure des mines;

De l'école centrale des arts et manufactures;

De l'école des mines de Saint-Étienne;

De l'école supérieure d'électricité de Paris;

5° Les fonctionnaires chargés, en vertu de l'article 4 du décret du 17 octobre 1907, du contrôle des distributions établies en vertu de concessions accordées par l'État et des distributions empruntant en tout ou en partie la grande voirie, en vertu de permissions;

6° Les fonctionnaires de l'État, des départements et des communes étant actuellement ou ayant été attachés, pendant deux années au moins, au contrôle d'une distribution municipale d'énergie.

*Art.* 11. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* et au recueil des actes administratifs des préfectures.

**La protection des réseaux contre la foudre.** — Au cours d'une réunion de l'*American Institute of Electrical Engineers*, tenue à Chicago le 26 novembre dernier, on a longuement discuté sur la protection des réseaux contre la foudre. M. Steinmetz, passant en revue les divers modèles de parafoudre du type dit électrolytique, montre l'intérêt qu'offrent les appareils donnant lieu à une force contre-électromotrice; c'est ainsi qu'une batterie d'accumulateurs serait, sur un réseau à courant continu, un excellent protecteur, il suffirait de la choisir d'un nombre d'éléments tel que la force électromotrice de la batterie soit juste égale à la tension de marche du réseau, toute surtension s'écoulerait par la batterie. Pour le courant alternatif M. Steinmetz conseille l'emploi de cuves électrolytiques, avec deux électrodes en aluminium. Ces cuves, montées en tension en nombre suffisant, opposent une force contre-électromotrice de polarisation considérable; cependant M. Steinmetz ne conseille pas de les relier directement aux lignes, mais d'intercaler un intervalle d'air de façon à ce que les cuves ne soient pas constamment sous le courant. On a remarqué, en effet, qu'à la longue il y a électrolyse et que la couche isolante imperceptible qui se forme à la surface de l'aluminium tend à disparaître et, avec elle, la force contre-électromotrice que l'on cherche à maintenir. En laissant un intervalle d'air, aucun courant ne passe en temps normal, mais en cas de surtension momentanée une étincelle jaillit et la décharge s'écoule à travers les bacs, donnant naissance à une force contre-électromotrice qui empêche l'arc ainsi amorcé de se maintenir. A. S.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### ÉTRANGER

**Christiania (Norwège).** — *Traction électrique.* — Les résultats qu'a donnés en Suède l'emploi de la traction électrique ont incité les Norvégiens à installer sur leurs voies ferrées ce mode de locomotion.

La première ligne de chemin de fer électrique sera, dit-on, établie entre Christiania et Drammen. L'électricité sera fournie par une Centrale qui existe dans le sud du pays. A. S.

**Madrid (Espagne).** — *Transport d'énergie.* — Un projet de transport d'énergie, utilisant une chute de 150 m dérivée du canal Isabelle II, est à l'étude à Madrid. D'après les devis, l'énergie disponible aux turbines serait de 4500 kw; sur cette quantité 3100 kw arriveraient à Madrid.

Le devis comprend : 3000 m de conduite de 1,40 m de diamètre et 1500 m de 0,60 m; deux turbines de 2250 kw chacune, fonctionnant sous 150 m de chute, avec leurs régulateurs et accessoires; deux alternateurs triphasés de 2250 kw et les excitatrices correspondantes; des transformateurs élevant la tension à 45 000 volts.

La ligne nécessitera 160 km de conducteurs, 4000 isolateurs pour 45 000 volts et 1000 poteaux métalliques.

A la réception des transformateurs abaisseront la tension à 9000 volts.

Le devis total prévoit une dépense totale de 4 609 500 fr, soit 150 fr environ par kilowatt disponible à Madrid. A. Z.

**Milan (Italie).** — *Chemins de fer électriques.* — La Société des tramways italiens vient de décider la conversion immédiate à la traction électrique de la section de Milan-Lecco. Celle-ci sera reliée ultérieurement à la ligne de la Valteline, par l'application du système Ganz. On va commencer sous peu des expériences sur la section qui est entre Lecco et Calolzio pour déterminer un choix entre les systèmes Ganz et Westinghouse.

Des essais viennent d'être faits sur le tramway électrique qui dessert Salerne, Cara et Pompéi par la Compagnie des tramways électriques de Salerne. La longueur de la ligne est de 30 km, et les villes de Viétri, Cara, et autres importantes localités sont situées sur son parcours.

Le projet pour le *Pallanza-Fondo Toce Tramway*, lequel a été dressé à l'instigation de la commune de Pallanza, dans le but de communiquer avec le chemin de fer du Saint-Gothard et du Simplon, a été adressé au Conseil des travaux publics. La concession sera bientot accordée, la construction étant le long de la voie publique.

Une Compagnie vient de se former avec le titre de *La Societa per la Ferrovia Elettrica Genova-Caselli-Busalla* avec le projet de construire un chemin de fer électrique entre les places susnommées. A. S.

Digitized by Google

SUR LA SÉPARATION DES PERTES

DANS LES

# MOTEURS ASYNCHRONES

La séparation des pertes des moteurs asynchrones est loin d'être aussi simple que pour les machines synchrones ou les dynamos à courant continu. Parmi les méthodes déjà proposées, quelques-unes sont entachées d'erreurs et d'autres conduisent à de grandes complications (1).

Parmi les procédés les plus exacts et les plus élégants, pour la détermination des pertes à vide, on peut citer celui consistant à lancer la machine à une certaine vitesse, puis à l'abandonner à elle-même en notant le ralentissement de sa vitesse par rapport au temps.

L'utilisation de cette méthode pour évaluer les pertes par frottements dans les moteurs synchrones étant bien connue, nous nous bornerons à montrer comment on peut encore l'employer, concurremment avec un essai à vide, pour évaluer les pertes occasionnées dans les dents par les pulsations du flux magnétique,

La force vive ou énergie cinétique $W$ que renferme un corps animé d'une vitesse angulaire de rotation $\omega$ et ayant un moment d'inertie, $K$, a pour expression :

$$W = \frac{K}{2}\omega^2.$$

Quand la vitesse angulaire du corps diminue, il cède une puissance

$$P = -\frac{dW}{dt} = \frac{K}{2} 2\omega \frac{d\omega}{dt};$$

mais on sait que

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n,$$

d'où

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{2\pi}{60}\frac{dn}{dt},$$

$$P = K\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 n \frac{dn}{dt} \text{ kgm : s.}$$

ou

$$P = 9{,}81\, K\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 n \frac{dn}{dt} \text{ watts,}$$

d'où en posant

$$9{,}81\, K\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 = C,$$

$$P = Cn\frac{dn}{dt}.$$

Si l'on connaît la valeur de la constante $C$ et que, par un essai, on ait déterminé la courbe $n = f(t)$, (fig. 1), du ralentissement, en fonction du temps, le calcul donne immédiatement pour n'importe quel temps $n'$, la puissance cédée par le mobile qui est

$$P = Cn' \operatorname{tg} \alpha.$$

Bragstadt et La Cour évaluent la constante $C$ en appliquant au moteur asynchrone le procédé indiqué par

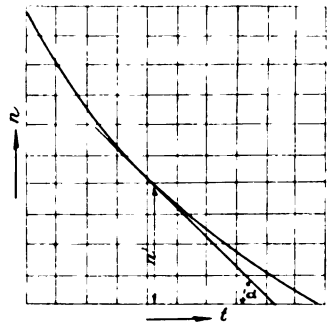


Fig. 1.

Peukert pour les dynamos à courant continu. A cet effet, on commence par faire tourner la machine comme moteur synchrone, en envoyant dans l'induit un courant continu de grandeur telle, que le décalage s'annule exactement dans le stator, de façon que l'intensité dans ce dernier n'ait plus de composante magnétisante. On mesure dans ces conditions la puissance absorbée à vide pour différentes vitesses, celles-ci étant réalisées par une réduction correspondante de la fréquence du courant du stator. Supposons que l'on obtienne de cette façon la courbe de la figure 2 (1). Ceci fait, on relève, la machine étant lancée

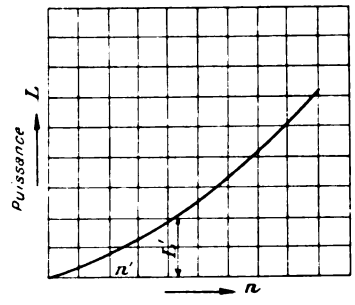


Fig. 2.

puis abandonnée à elle-même, la variation de la vitesse par rapport au temps, le stator se trouvant ouvert et l'induit parcouru par le même courant continu que précédemment. Admettons que les résultats conduisent à la courbe de la figure 3, qui donne par exemple, pour une vitesse $n'$

$$\frac{dn'}{dt} = \operatorname{tg} \alpha.$$

La courbe précédente, relative aux pertes à vide, fournit

(1) Étude de M. N. Linke, *Electrotechnische Zeitschrift*, p. 965, 1907.

(1) Quelques erreurs se sont glissées dans les figures : les puissances indiquées $L$ dans les dessins, sont représentées par $P$ dans le texte. Dans la figure 6, partie inférieure de droite, il faut inverser les indications couple et puissance; la ligne *cd* donne le couple et la ligne *fi* la puissance.



Digitized by Google

pour cette vitesse $n'$ la puissance correspondante $P'$. On a alors

$$C = \frac{P'}{n' \operatorname{tg} \alpha},$$

relation qui détermine la constante $C$.

Il parait utile d'indiquer pour l'évaluation de la constante $C$, un second procédé d'une réalisation plus simple

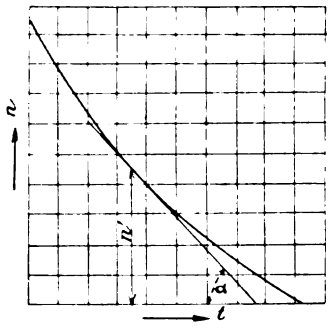


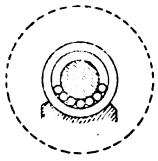

Fig. 3.

dans la plupart des cas, et qui est basé sur la détermination directe du moment d'inertie du rotor.

On sait que, pour de faibles amplitudes, la durée d'une oscillation d'un pendule est :

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{K}{M}},$$

expression dans laquelle $K$ désigne le moment d'inertie du corps, et $M$ le moment de l'effort directeur.



Si le pendule est formé d'un cylindre suspendu par un fer plat (fig. 4), il est facile, en raison des formes géométriques de l'ensemble, de trouver par le calcul le moment d'inertie du système.

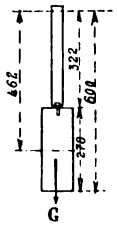



Fig. 4.

A titre de vérification, on peut évaluer ce moment d'inertie par un essai, car, pour de faibles amplitudes, le moment directeur est :

$$M = mgh_0$$

on en tire

$$K = \frac{t^2}{(2\pi)^2} M.$$

Si maintenant on accouple rigidement le rotor à l'axe de rotation du pendule, la durée de l'oscillation se trouve augmentée et portée à $t_1$, on aura alors :

$$t_1 = 2\pi\sqrt{\frac{K + K_r}{M}},$$

$K$ désignant le moment d'inertie du pendule et $K_r$, celui du rotor.

Le rotor étant parfaitement équilibré, et le moment directeur conservant naturellement la même valeur que précédemment, on en déduit

$$K_r = \frac{t_1^2}{(2\pi)^2} M - K$$

et

$$C = 9{,}81\, K_r \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2,$$

expression qui détermine la valeur de la constante $C$ dont il a été question plus haut,

Ceci posé, si l'on envoie du courant alternatif dans le stator et que le rotor ait une vitesse quelconque, ses circuits étant ouverts, son noyau occasionnera des pertes dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault. L'énergie ainsi dissipée est fournie par le stator qui exerce à cet effet un couple sur le rotor.

On sait que la perte causée par les courants de Foucault est proportionnelle au carré du nombre des périodes ou de la vitesse angulaire. Si $\omega_1$ représente la vitesse angulaire du champ du stator et $\omega_2$ celle du rotor, on peut écrire, pour la perte par courants de Foucault :

$$P_f = A_1(\omega_1 - \omega_2)^2.$$

Le couple $M_f$ nécessaire pour compenser cette perte est proportionnel à l'intensité du champ inducteur et à l'intensité des courants parasites, la première ayant une grandeur constante, la seconde dépendant du glissement $(\omega_1 - \omega_2)$ du rotor dans le champ. Donc :

$$M_f = C_1(\omega_1 - \omega_2) = C_1\omega_1 - C_1\omega_2.$$

La variation du couple $M_f$ en fonction de la vitesse $\omega_2$ du rotor est par conséquent représentée par une ligne droite. Ce couple est positif pour toutes les valeurs de $\omega_2$ plus petites que $\omega_1$, c'est-à-dire en dessous du synchronisme. Au contraire, pour $\omega_2$ plus grand que $\omega_1$, ce couple devient négatif.

La puissance mécanique disponible, fournie de ce fait par le stator au rotor, a pour expression :

$$P_f = M_f\omega_2 = C_1 \cdot \omega_1\omega_2 - C_1\omega_2^2$$

qui est l'équation d'une parabole (fig. 5),

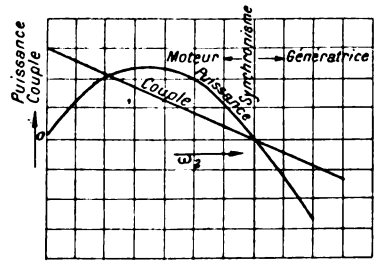



Fig. 5.

La perte par hystérésis

$$p_h = A_2(\omega_1 - \omega_2)$$

étant proportionnelle au glissement $\omega_1 - \omega_2$ nécessite un couple constant qui n'est autre chose que $A_2$, attendu que la puissance a toujours pour expression le produit du couple par la vitesse angulaire.

Digitized by Google

Ce couple $A_2$, en agissant sur le rotor, ne lui cède pas seulement la puissance absorbée par hystérésis $A_2(\omega_1 - \omega_2)$, mais lui transmet encore une puissance mécanique disponible $P_h = A_2\omega_2$, de sorte que la puissance totale fournie

$$p_h + P_h = A_2(\omega_1 - \omega_2) + A_2\omega_2 = A_2\omega_1$$

ne dépend aucunement de la vitesse du rotor.

Au-dessous du synchronisme, le couple nécessité par l'hystérésis a une valeur positive et se transmet du stator au rotor. Au-dessus du synchronisme, le contraire a lieu. La variation de ce couple, par rapport à la vitesse angulaire du rotor, doit être représentée par deux droites horizontales *ab-cd* (fig. 6), la puissance mécanique utilisable $A_2\omega_2$ due à ce couple étant figurée au moyen des lignes droites *oe-fg*. Dans ces conditions, les droites horizontales *he-fi* donneront la valeur de la puissance totale fournie au rotor par le couple de l'hystérésis, les ordonnées de la surface hachurée donnant la mesure de la perte de puissance provenant de l'hystérésis.

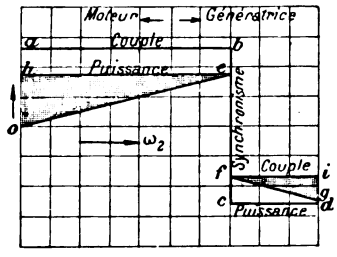


Fig. 6.

Ceci posé, si, une fois lancé au synchronisme, on abandonne le rotor à lui-même, en notant la variation de sa vitesse en fonction du temps, on obtient les deux courbes I et II, (fig. 7), suivant que le stator n'est pas ou est excité. En raison de ce que, dans ce dernier cas, une certaine puissance mécanique se trouve transmise au rotor à cause de l'hystérésis, la courbe II tombe moins rapidement que la courbe I. Dans la plupart des essais de ce genre, l'énergie mécanique transmise au rotor du fait de l'hystérésis est si grande que la vitesse de ce dernier ne tombe pas à zéro mais conserve indéfiniment une certaine valeur.

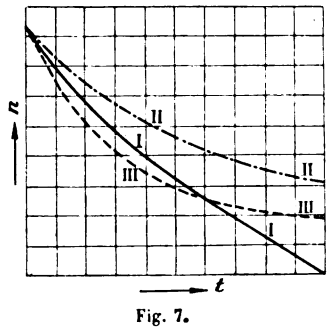


Fig. 7.

Dans les nombreuses expériences que l'auteur a faites dans ce sens, il s'en est trouvé pour lesquelles la courbe II commençait par décroître aussi rapidement et même plus rapidement que la courbe I, comme c'est le cas pour la courbe III. Cela provient des pertes dans le fer des dents du rotor. Ces dernières, pendant le mouvement, sont soumises à des pulsations de flux, suivant qu'elles se trouvent en face de dents ou d'entailles du stator. Si ces pulsations pouvaient se faire sentir complètement sur les bobines du stator, comme cela serait approximativement le cas si les deux noyaux comportaient un nombre égal de dents, une harmonique naîtrait dans le courant du stator qui fournirait alors directement l'énergie absorbée par ces pertes dans les dents. Mais comme, en réalité, les nombres de dents par pôle ne concordent pas, mais sont généralement premiers entre eux, les pulsations de flux dans les dents du rotor ne se transmettent que dans une faible mesure aux bobines du rotor. Dans ces conditions, c'est l'énergie cinétique du rotor qui doit fournir cette perte par pulsation dans les dents.

Quand le rotor, ayant ses circuits ouverts, reçoit son mouvement d'une courroie et tourne dans un stator excité, c'est la courroie qui apporte la plus grande partie de l'énergie consommée du fait des pulsations dans les dents. Dans la marche normale, le rotor se meut sous l'influence du champ tournant, et ce sont les courants primaires qui fournissent cette énergie. Mais cette dernière est d'abord transmise au rotor sous forme d'énergie mécanique, puis absorbée, sous cette forme, pour compenser les pertes en question. Ceci explique pourquoi, dans la plupart des cas, la courbe III commence par être plus rapide que la courbe I, pour laquelle le stator n'est pas excité.

Nous allons montrer comment on peut, à l'aide de ces courbes, évaluer les pertes dues à la pulsation du flux dans les dents. Si on lance le rotor à une vitesse supérieure au synchronisme pour l'abandonner à lui-même, ses circuits étant ouverts et le stator excité, l'énergie cinétique du rotor fournira, au delà du synchronisme, non seulement les pertes occasionnées par les frottements et la pulsation dans les dents, mais encore une certaine puissance mécanique au stator, en raison de la présence du couple nécessité par l'hystérésis et les courants parasites. Au contraire, pour les vitesses inférieures au synchronisme, c'est le stator qui, comme nous l'avons expliqué plus haut, apporte de l'énergie au rotor. Au delà du synchronisme, la chute de la vitesse doit donc être bien plus rapide qu'en deçà, et cela se remarque dans la courbe donnant la variation de la vitesse en fonction du temps (fig. 8).

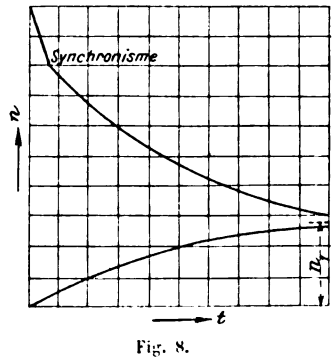


Fig. 8.

Digitized by Google

Si à l'aide de la courbe dont il vient d'être question et et de la relation

$$P = Cn \operatorname{tg} \alpha$$

on détermine la courbe de la puissance, les ordonnées de celle-ci comprennent :

1° Au-dessus du synchronisme : la perte par frottement, celle due à la pulsation dans les dents, ainsi que la puissance mécanique utilisable, provenant du couple nécessité par l'hystérésis et les courants parasites.

2° Au-dessous du synchronisme : la perte par frottement, plus celle due à la pulsation dans les dents, mais moins celle provenant du couple de l'hystérésis et des courants parasites.

Comme pour le synchronisme on obtient deux valeurs de $\alpha$, la courbe de la puissance n'est pas continue, mais fait un saut brusque. Cette courbe coupe l'axe des abcisses pour $n = n_0$. Pour avoir les valeurs correspondantes aux vitesses de zéro à $n_0$, on peut relever une courbe de démarrage (fig. 8) et s'en servir en tenant compte de ce que la tangente change de sens et que la puissance correspondante est négative (courbe I, fig. 9).

Pour déterminer la puissance mécanique utilisable fournie par le couple de l'hystérésis et des courants para-

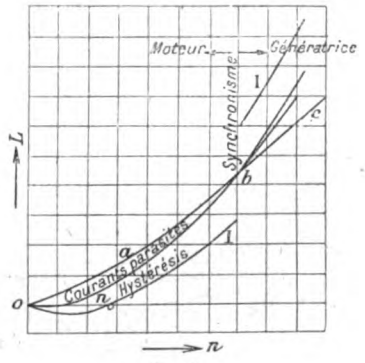



Fig. 9.

sites, on connaît la puissance demandée par l'ensemble des frottements et de la pulsation dans les dents. On a, de plus, la variation de la vitesse par rapport au temps, le stator n'étant pas excité, et, par conséquent, la puissance consommée par les frottements seuls. Par différence, on obtient la perte due à la pulsation du flux dans les dents.

Si maintenant on mesure la puissance fournie au stator par le rotor ayant ses circuits ouverts, lorsqu'une machine indépendante le fait tourner, on trouve que cette puissance varie en fonction de la vitesse, comme l'indique la courbe *abcde* de la figure 10 (1). Le saut brusque qui se produit dans cette courbe pour le synchronisme représente, d'après ce qui a été dit précédemment, le double de la puissance développée à cette allure par le couple de l'hystérésis. Comme la perte par courants de Foucault ainsi que le couple correspondant est nul, quand le synchronisme est atteint, la droite horizontale *fg*, qui partage *cd* en deux parties égales, donne la mesure de la perte constante dans le fer du stator. Les ordonnées de la surface *hfg* représentent les différentes valeurs de la perte par hystérésis dans le rotor, et celles de la surface hachurée *hgc* les puissances utilisables dues au couple de l'hystérésis. D'autre part, les ordonnées de la surface *abch* figurent la puissance totale transmise au rotor par le couple des courants parasites. Mais puisque la perte occasionnée par ces courants parasites est nulle quand le synchronisme se trouve atteint, qu'elle augmente

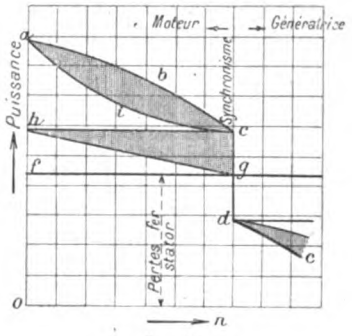



Fig. 10.

comme le carré du glissement et que la puissance utilisable due à leur présence tombe à zéro quand la vitesse angulaire est nulle; il s'en suit qu'une courbe partant du point *c* pour aboutir en *a* et dont les ordonnées croissent comme le carré du glissement, doit séparer les pertes provenant des courants parasites de la puissance utilisable qui leur est relative. Un raisonnement analogue permet d'opérer la même séparation pour les vitesses situées au delà du synchronisme.

Les valeurs ainsi obtenues pour les puissances utilisables produites par les couples de l'hystérésis et des courants parasites sont, suivant qu'on se trouve d'un côté du synchronisme ou de l'autre, à additionner aux ordonnées de la courbe de puissance de la figure 9, ou à en soustraire. On obtient ainsi la courbe *oabc* (fig. 9), qui est relative à la somme des pertes par frottement et par pulsation dans les dents. Par soustraction des valeurs obtenues pour les frottements seuls, on arrive à la perte occasionnée par la pulsation.

La séparation des pertes causées par frottements dans les coussinets et sous les balais, de même que celle des pertes par hystérésis et par courants parasites dans le fer du stator (en faisant varier la fréquence), s'effectuent aisément au moyen des méthodes connues.

Il résulte de ce qui précède que les procédés par lesquels on détermine la perte due aux frottements, le stator étant excité, ne peuvent conduire qu'à des résultats erronés. Ce sont ceux indiqués par Blanc et Benischke, le premier reposant sur ce principe que la perte dans le cuivre du rotor est à la puissance mécanique fournie par ce dernier, comme le glissement est à la vitesse angulaire, le second étant basé sur la mesure du glissement pour de faibles puissances. Ces deux méthodes donnent non pas la perte par frottement seule, mais cette dernière

(1) Remplacer *c* inférieur par *e*.

Digitized by Google

augmentée de celle produite par la pulsation du flux dans les dents. Dans le second procédé, on ajoute encore, sans en tenir compte, la puissance mécanique du couple dû à l'hystérésis.

Dans ses considérations relatives à la détermination des pertes dans le fer, Angermann est parti d'un principe inexact, puisqu'il admet que la puissance dissipée en raison de la pulsation dans les dents est couverte directement et électriquement par le courant du stator.

A titre d'exemple et pour mieux faire comprendre ce qui a été dit plus haut, nous allons séparer les pertes d'un moteur asynchrone, à six pôles, de construction récente, établi pour une puissance de 15 kilowatts, la tension aux bornes étant de 220 volts entre phases et la fréquence de 50 périodes par seconde.

Pour déterminer le moment d'inertie du rotor, on a fait usage d'un pendule ayant les dimensions indiquées sur la figure 4, et dont le poids se décomposait comme suit :

1° *Détermination théorique du moment d'inertie* :
Poids du corps cylindrique, $G = 9{,}72$ kg.
Poids de l'attache en fer plat, $G = 0{,}17$ kg
Poids de la vis, $G = 0{,}07$ kg.
Moment d'inertie du cylindre :

$$K_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{G}{g} - (l_2^2 + l_1^2 + l_1 l_2)$$

$$K_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{9{,}72}{9{,}81} - (\overline{0{,}6}^2 + \overline{0{,}322}^2 + 0{,}6 \cdot 0{,}322) = 0{,}217 \text{ kg/m}^2.$$

Moment d'inertie de l'attache :

$$K_2 = \frac{1}{3} \frac{G}{g} l_2^2$$

$$K_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{0{,}17}{9{,}81} \cdot 0{,}322^2 = 0{,}0006 \text{ kg/m}^2.$$

Moment d'inertie de la vis :

$$K_3 = \frac{G}{g} l_2^2 = \frac{0{,}07}{9{,}81} \cdot 0{,}322^2 = 0{,}00074 \text{ kg/m}^2.$$

Moment d'inertie totale du pendule :

$$K = K_1 + K_2 + K_3 = 0{,}218 \text{ kgm}^2.$$

2° *Détermination expérimentale du moment d'inertie par la durée de l'oscillation.*

L'expérience a donné pour la durée de l'oscillation $t = 1{,}372$ seconde comme moyenne de 20 observations.

Le moment directeur ressort à :

pour le corps cylindrique :

$$M_1 = mgh_0 = 0{,}72 \times 0{,}402 = 4{,}485$$

pour la vis :

$$M_2 = mgh_2 = 0{,}07 \times 0{,}322 = 0{,}0225$$

pour l'attache :

$$M_3 = mg \frac{h_2}{2} = 0{,}17 \times \frac{0{,}322}{2} = 0{,}0274,$$

soit pour le moment directeur total :

$$M_1 + M_2 + M_3 = 4{,}54 \text{ kg/m}^2/\text{sec}^2.$$

on a :

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{K}{M}},$$

d'où

$$K = \frac{M t^2}{4\pi^2} = \frac{1{,}372^2 \cdot 4{,}54}{(2\pi)^2} = 0{,}217 \text{ kg/m}^2.$$

La moyenne entre les valeurs calculée et mesurée du moment d'inertie, ressort ainsi à :

$$K = 0{,}2175, \text{ soit } 0{,}218 \text{ kg/m}^2.$$

Après avoir fixé rigidement le rotor à l'axe de rotation du pendule, on trouva, pour la nouvelle durée de l'oscillation :

$$t_1 = 2{,}05 \text{ sec}$$

comme moyenne de 20 observations.

Pour cet essai, il n'est pas possible d'employer des paliers ordinaires, car le frottement qui en résulte amortit par trop les oscillations. Il convient de monter l'arbre sur des billes, ce qui peut se faire sans grande difficulté, puisqu'il suffit de faire reposer ses fusées sur quelques billes disposées à l'intérieur d'une bague, comme l'indique la figure 4. L'approvisionnement d'un jeu de bagues de différents diamètres, représente une dépense si faible, que tous les laboratoires industriels, dans lesquels des essais de ce genre sont fréquents, ne devraient pas hésiter à se les procurer. Quand on dispose de ce petit outillage, l'essai au pendule est plus simple que la méthode de Bagstadt et La Cour. Rien n'empêche d'ailleurs de la généraliser en l'employant également pour les machines à courant continu.

On a donc pour la nouvelle durée de l'oscillation :

$$t_1 = 2\pi \sqrt{\frac{K + K_r}{M}},$$

d'où

$$K_r = \frac{t_1^2}{(2\pi)^2} \cdot M - K = \frac{\overline{2{,}05}^2}{(2\pi)^2} \cdot 4{,}54 - 0{,}218 = 0{,}267 \text{ kg/m}^2.$$

Comme la valeur du moment d'inertie du rotor s'obtient par différence, il est bon, afin d'avoir des résultats plus exacts, de faire en sorte que le moment du pendule ne soit pas très supérieur à celui du rotor. On se met dans les meilleures conditions quand on a approximativement :

$$K = K_r.$$

Il est, de plus, nécessaire que ce pendule ait une grande énergie, de manière que ses oscillations ne se trouvent pas amorties trop rapidement. On le fera, par conséquent, gros et court.

La figure 11 montre les courbes prises en abandonnant le rotor à lui-même après l'avoir lancé à 1000 tours par minute. L'une, I, s'entend pour le stator non excité ; l'autre, II, pour le stator excité. On remarque précisé-

Digitized by Google

ment que dans la courbe II la vitesse commence par tomber plus rapidement que dans la courbe I. Ces courbes n'ont, bien entendu, été relevées qu'après une marche

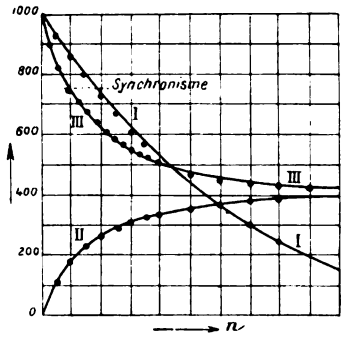



Fig. 11.

suffisamment prolongée pour assurer un rodage convenable des paliers.

On a pour la constante $C$ :

$$C = 9{,}81 \,.\, K \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2$$

$$C = 9{,}81 \,.\, 0{,}267 \,.\, \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 = 0{,}0287.$$

Les courbes originales ont été tracées avec les échelles suivantes :

$$1 \text{ mm} = 5 \text{ tours};$$

$$1 \text{ mm} = 1/2 \text{ seconde}.$$

Il s'en suit que

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{dn}{dt}$$

ressort à l'échelle $\frac{1}{2{,}5}$, de sorte que la constante $C$ est encore à multiplier par 10, donc

$$C = 0{,}287, \text{ soit } 0{,}29.$$

Les courbes de puissance qui découlent des courbes I et II de la figure 11, sont celles I et III de la figure 12.

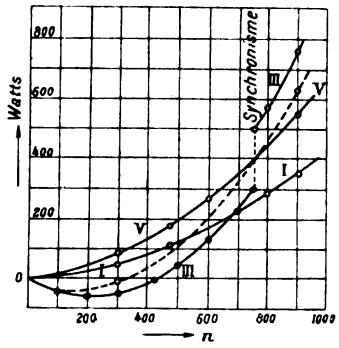



Fig. 12.

Pour déterminer le couple dû à la présence de l'hystérésis et des courants parasites, on mesure la puissance absorbée par le stator pour diverses vitesses du rotor, ce dernier étant entraîné à circuit ouvert par une machine indépendante. Les diverses valeurs trouvées ont permis de tracer la courbe de la figure 13, qui montre que la perte dans le fer du stator s'élève à 405 watts, et que la

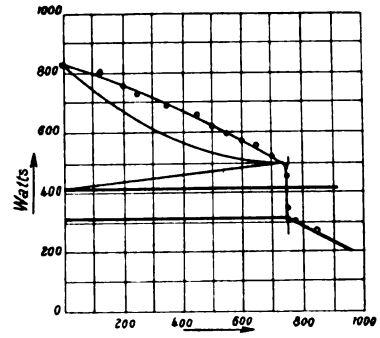



Fig. 13.

puissance transmise au rotor lors du synchronsime par le couple de l'hystérésis atteint 95 watts. Le couple dû à la présence de l'hystérésis seule a pour valeur :

$$M = \frac{\text{watts}}{9{,}81 \,.\, \frac{2\pi \,.\, n}{60}} = 0{,}975 \,.\, \frac{\text{watts}}{n}$$

$$M = 0{,}975 \,.\, \frac{95}{750} = 0{,}124 \text{ kg/m}.$$

La perte provenant des courants parasites, de même que la puissance utilisable fournie par le couple occasionnée par ces derniers, se déduisent de la figure 13 comme cela a été indiqué précédemment. On obtient ensuite, par la combinaison de la puissance utilisable produite par le couple de l'hystérésis et des courants parasites avec la courbe III de la figure 12, la courbe des pertes globales relatives au frottement et à la pulsation dans les dents (courbe V, fig. 12). La figure 14 donne la

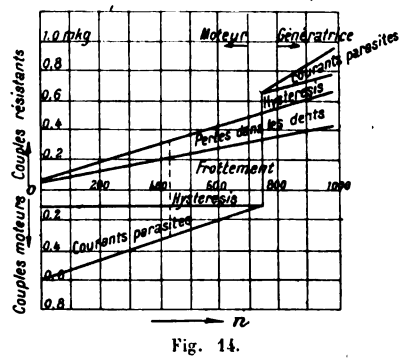



Fig. 14.

variation, en fonction de la vitesse angulaire du rotor, du couple total agissant sur ce dernier marchant à circuits ouverts dans le champ du stator. A l'allure de 420 tours par minute, ce couple moteur est égal au couple résistant. Le moteur peut tourner indéfiniment à cette vitesse, comme le montre d'ailleurs la courbe II de la figure 11.

En relevant une courbe telle que celle I de la figure 11, mais en faisant appuyer les balais sur les bagues, on peut aisément, par comparaison avec cette dernière courbe,

Digitized by Google

effectuer la séparation des pertes dues aux paliers, de celles produites par le frottement des balais (fig. 15).

Il a paru intéressant de vérifier si on arrive à la même valeur de $C$, en la déterminant par la méthode du pendule ou par celle de Bagstadt et La Cour. Les expériences

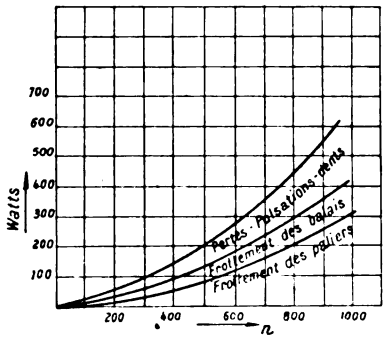



Fig. 15.

ont conduit à des nombres qui ne différaient entre eux que de 2,6 pour 100.

Il est à remarquer que, dans la machine dont il vient d'être question, la perte due à la pulsation du flux dans les dents est relativement élevée, puisqu'elle atteint 55 pour 100 de celle produite par l'ensemble du noyau du stator. Nous nous trouvons, évidemment, dans un cas défavorable; mais parmi les moteurs asynchrones que l'auteur a eu l'occasion d'examiner à ce point de vue, la perte par pulsation dans les dents atteint, en moyenne, 20 pour 100 de celle causée par le fer du stator. On rencontre cependant des cas où cette perte atteint 50 pour 100. Elle dépend, dans une très grande mesure, du nombre des dents par pôle, des soins apportés dans l'isolement des tôles et dans l'usinage des dents. C. B.

## MOTEURS-GÉNÉRATEURS ET COMMUTATRICES

Dans une étude très intéressante (1), M. P. Lincoln discute les avantages et les inconvénients des moteurs-générateurs et des commutatrices. Il envisage spécialement leur emploi sur les longues lignes de transmission d'énergie, aussi il nous a paru intéressant d'en donner ici un résumé. Hâtons-nous de dire que ses préférences vont à la commutatrice.

Le travail de M. Lincoln traite des groupes convertisseurs composés : 1° d'un moteur synchrone et d'une dynamo, 2° d'un moteur asynchrone et d'une dynamo, et enfin de la commutatrice. La comparaison entre ces diverses machines a porté sur les points suivants :

1° Fonctionnement général;
2° Réglage de la tension sur le circuit à courant continu.
3° Effet sur le facteur de puissance de la ligne;
4° Rendement;
5° Prix d'achat;
6° Marche en parallèle sur le circuit à courant continu.
7° Démarrage.

Nous allons examiner successivement ces divers points. Nous conviendrons, pour nous placer dans un cas général, que la tension de la ligne de transmission a une valeur trop élevée pour pouvoir être appliquée directement aux machines et que le courant doit traverser des transformateurs réducteurs de tension.

1° Fonctionnement général. — A ce point de vue il est évident que la commutatrice a un avantage marqué, car il n'y a à s'occuper que d'une seule machine. Ensuite, on est conduit à employer sur la commutatrice une tension plus faible que sur le moteur synchrone d'un convertisseur, de sorte que l'isolement n'a besoin d'être prévu que pour une valeur maximum ne dépassant pas 700 volts dans les conditions habituelles. Dans le moteur synchrone du convertisseur, au contraire, on applique une tension généralement élevée, ce qui augmente les chances d'arrêt dues à la rupture d'un isolant. Mais le moteur synchrone ainsi que la commutatrice ont l'inconvénient de se décrocher si un court-circuit se produit sur la ligne, ce qui exige une nouvelle mise en route. Le moteur asynchrone au contraire est plus souple et ne s'arrête pas dans ces conditions si le court-circuit ne dure pas; il peut, de plus, se remettre en marche beaucoup plus facilement dès que le courant est rétabli.

2° Réglage de la tension a courant continu. — Nous examinerons trois cas.

a. *Variation de la tension avec la charge.* — De ce côté les résultats sont égaux aussi bien dans le cas de la commutatrice que du groupe convertisseur, les caractéristiques désirées pouvant être prévues dans les deux cas. La commutatrice présente l'inconvénient d'avoir un facteur de puissance variable avec la charge, tandis que dans le groupe moteur-générateur les variations de tension de la dynamo n'ont pas d'effet sur le circuit alternatif.

b. *Facilité de réglage de la tension à courant continu.* — Il est évident que la dynamo du groupe moteur-générateur pourra être compoundée très exactement et réglera beaucoup mieux sans introduire de variation sur la ligne à courant alternatif, la tension à courant continu restant elle-même indépendante de la tension alternative, ce qui constitue un des grands avantages du groupe moteur-générateur.

Avec la commutatrice, si l'on veut régler la tension à courant continu, il faut agir sur le courant alternatif; il y a pour cela plusieurs moyens bien connus. Une première méthode consiste à introduire une self-induction variable dans le circuit du courant alternatif et à compounder la commutatrice; mais cette méthode présente l'inconvénient de faire varier le facteur de puissance avec la charge, ce qui peut obliger à prévoir une ligne de transmission

(1) *The Electrician*, 9 août 1907, p. 668.

Digitized by Google

plus forte qu'il n'est nécessaire. Une autre méthode utilise un survolteur à courant alternatif ayant le même nombre de pôles que la commutatrice et monté en bout d'arbre. Enfin on emploie aussi un transformateur à rapport de transformation variable ou un régulateur d'induction. Toutes ces méthodes permettent d'obtenir sensiblement les mêmes résultats qu'une dynamo ordinaire sur le réseau à courant continu.

c. *Influence des variations de tension en ligne et des variations de fréquence.* — La différence, entre la commutatrice et le moteur-générateur, est que la première de ces machines transmet au courant continu les variations de tension qu'elle reçoit du côté alternatif, tandis que la tension de la dynamo du groupe moteur-générateur n'obéit qu'aux variations de fréquence. Cependant on remarquera qu'une variation donnée de la tension alternative n'occasionne, dans le cas de la commutatrice, qu'une variation du même ordre de grandeur dans la tension continue, tandis qu'une variation de fréquence de même importance provoque, dans le groupe moteur-générateur, une beaucoup plus grande variation sur la tension à courant continu, la vitesse entrant ici en jeu.

3° Effet sur le facteur de puissance de la ligne. — Le moteur synchrone et la commutatrice sont seuls intéressants à ce point de vue; mais le moteur synchrone permet d'agir plus facilement sur le facteur de puissance de la ligne, par réglage de son excitation, sans influer sur la tension à courant continu. Avec la commutatrice organisée comme nous venons de le voir, il n'en est pas de même et une variation du facteur de puissance entraîne une variation correspondante de la tension à courant continu. D'un autre côté, une commutatrice étudiée pour fournir une caractéristique montante pourra corriger, en partie du moins, les variations de tension en ligne dues à sa propre charge.

4° Rendement. — La commutatrice présente évidemment de sérieux avantages relativement au rendement, les pertes dans une machine étant moindres que dans deux.

Le rendement à pleine charge d'une commutatrice de 500 kw atteint sensiblement 0,95 tandis qu'il n'est que de 0,89 pour un groupe moteur synchrone-dynamo et 0,88 pour un groupe moteur d'induction-dynamo.

5° Prix d'achat. — Au point de vue du prix la commutatrice a un immense avantage; le prix d'un groupe moteur-générateur, qu'il soit à moteur d'induction ou à moteur synchrone, étant représenté par 100, le prix de la commutatrice est de 60.

6° Marche en parallèle sur le circuit a courant continu. — On sait qu'il est parfaitement possible de faire travailler les dynamos des moteurs-générateurs en parallèle, aussi bien que les commutatrices soigneusement étudiées pour ce fonctionnement; mais on remarquera que les moteurs-générateurs conduits par des moteurs d'induction sont les seuls qui ne soient pas sujets à des « pompages ». Le moteur synchrone et la commutatrice peuvent être le siège de mouvements pendulaires occasionnant périodiquement des étincelles aux balais appelés couramment « pompages »; il est bon de dire que les constructions modernes évitent cet inconvénient, qui ne se produit plus qu'avec les anciennes machines.

7° Démarrage. — La mise en marche est évidemment le point délicat de la question. Nous examinerons : *a*, l'effet sur la ligne, et *b*, la mise au synchronisme.

*a*. Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, d'obtenir un démarrage rapide du côté alternatif des commutatrices et moteurs-générateurs sans un afflux assez considérable de courant de la ligne. D'abord, pour les moteurs synchrones et les commutatrices, ce démarrage est d'autant plus pénible que l'entrefer est plus grand, cependant la commutatrice n'offre dans ce cas qu'une masse deux fois plus faible à entraîner. Le moteur d'induction serait le plus facile à démarrer, mais il représente un moment d'inertie considérable si l'on tient compte de la dynamo couplée avec lui.

On remédie à ces inconvénients en employant un moteur d'induction auxiliaire servant à lancer les machines.

*b*. Au point de vue du synchronisme le moteur d'induction, grâce au glissement qu'il supporte, est le plus avantageux. La commutatrice a, vis-à-vis du moteur synchrone, l'inconvénient d'avoir ses enroulements reliés à un collecteur, réclamant par cela même beaucoup de soins et d'attention, une fausse manœuvre et un court-circuit sur ce dernier pouvant amener le décrochage.

Conclusions. — En somme les paragraphes 1, 4 et 5 sont indiscutablement en faveur de la commutatrice.

Relativement au paragraphe 6 les trois machines sont sensiblement équivalentes. Enfin dans les questions examinées en 2, 3 et 7 les moteurs-générateurs paraissent plus avantageux; pour l'une d'elles, 7, le désavantage de la commutatrice n'est pas très marqué.

En somme, d'après M. Lincoln, cette étude montre qu'il y a relativement peu de cas où l'on doive donner la préférence au moteur-générateur. A. Soulier.

## LES FOURS ÉLECTRIQUES A INDUCTION

### ET LEUR EMPLOI DANS LA SIDÉRURGIE.

Une très intéressante étude récapitulative, due à M. Engelhardt, de Charlottenbourg, vient d'être publiée, sous le titre ci-dessus, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, concernant les fours électriques à induction et, particulièrement, ceux des appareils en question destinés à la métallurgie du fer et de l'acier.

Digitized by Google

Quoiqu'il soit définitivement établi, semble-t-il, que ces instruments ne produiront point, dans l'industrie sidérurgique, la révolution que certains inventeurs en attendaient, ou prétendaient en attendre, il n'en est pas moins vrai que certaines formes de fours électriques paraissent reconnues, par les métallurgistes de tous pays, comme devant constituer le complément indispensable des convertisseurs Bessemer et des fours Thomas et Siemens-Martin.

Au nombre des types acceptés par les praticiens de la grande industrie du fer et de l'acier, le four Kjellin se trouve au premier rang.

Le four Kjellin appartient à la catégorie des fours à induction, dont la base est l'expérience indiquée, en 1887, par E. Thompson, et qui a pour prototype l'appareil décrit, dans son brevet anglais n° 700, en 1887, également par Ziani de Ferranti.

Les moyens de chauffage proposés par cet inventeur étaient, rappelle M. Engelhardt, les quatre suivants :

1° Chauffer, dans une rigole conductrice, les matières non conductrices à froid;

2° Chauffer les substances conductrices dans une rigole réfractaire et isolante;

3° Chauffer les matières non conductrices en noyant dans leur masse un noyau conducteur;

4° Chauffer, dans une rigole de fusion réfractaire, des couches alternativement conductrices et non conductrices.

Le brevet de Ziani de Ferranti définissait donc les différentes formes de fours à induction, et nul doute qu'il ne fût pas passé inaperçu, ainsi qu'il lui arriva, si la technique des courants alternatifs avait, à cette époque, été moins insuffisante et, surtout, si l'on avait disposé d'une source de force motrice économique.

Cependant, il n'eut aucun succès, pas plus que ceux accordés, en 1890, à Dervey, pour le chauffage électrique, par induction, des bandages de roue, et à Colby, pour le four à induction dont il sera parlé plus loin.

Ce n'est que vingt ans plus tard que l'idée fut reprise, en Suède, par M. Kjellin, dont les recherches et les expériences ne tardèrent pas à provoquer le développement de nombreux appareils du genre en question.

Indépendamment de multiples brevets pour des accessoires électriques ou mécaniques, beaucoup de patentes ont été délivrées pour des formes plus ou moins originales; toutes sont généralement basées sur le mode de chauffage rappelé sous le 2° ci-dessus et à peu près exclusivement destinées au travail du fer.

M. Engelhardt les classe en deux catégories principales : les fours à induction proprement dits, où la matière, formant à elle seule le secondaire, est chauffée exclusivement par induction, et les fours combinés, où le chauffage se fait à la fois par induction et par résistance, la matière conductrice fluide ne formant plus qu'une partie du circuit induit.

Ces catégories peuvent se diviser à leur tour, pour ce qui est des fours appliqués à la sidérurgie, en deux classes, suivant que le courant parcourt le métal en fusion et la couche de scorie, laquelle est semi-conductrice à chaud, en parallèle ou en série.

En outre, la rigole peut avoir une action uniforme, ou présenter des étranglements destinés à augmenter la résistance ohmique opposée au passage du courant, de façon à produire, dans le but d'assurer une circulation automatique de la masse fluide, une inégale répartition de l'échauffement.

Enfin, l'enroulement primaire recevant le courant à haute tension peut être cylindrique ou en disque, et le noyau de fer, simple ou double.

Chacune de ces dispositions a ses avantages et ses inconvénients; on ne doit pas perdre de vue que, pour que les fours électriques puissent être industriellement utilisables, certaines conditions doivent être satisfaites sous le rapport du travail métallurgique, aussi bien qu'en ce qui concerne l'électrotechnique.

Il faut, à la fois, que l'électricité soit appliquée de façon aussi efficace que possible, avec un rendement thermique élevé, et que les opérations de chargement, de surveillance, d'entretien et de déchargement, restent faciles.

Pour que le rendement électromagnétique soit bon, une première chose est de rapprocher l'un de l'autre le primaire et le secondaire, c'est-à-dire l'enroulement et la rigole; si ce desideratum est satisfait, il importe peu que l'enroulement soit en cylindre ou en disque.

Avec l'enroulement en cylindre, le mieux est de placer celui-ci à l'intérieur de la chambre, et de faire celle-ci étroite et profonde. La restriction du canal est toutefois limitée par la nécessité où l'on se trouve de conserver une ouverture suffisante pour pouvoir introduire la matière brute sans avoir à la concasser trop fortement. En outre, avec la profondeur de la rigole, augmente la pression de la paroi et, partant, le danger de rupture.

Au surplus, le rapprochement des deux parties est, de son côté, borné par suite de ce fait qu'il faut conserver à la maçonnerie une bonne stabilité, y ménager des canaux de réfrigération pour ce grand transformateur que constitue le four, etc. Néanmoins, l'enroulement en cylindre conserve un avantage : c'est de permettre un accès facile de la rigole de fusion.

Avec l'enroulement en disque, le primaire et le secondaire doivent être parallèles; le canal est alors large et peu profond.

Si le primaire se trouve au-dessus de la rigole, il est aisé de rapprocher les deux circuits, mais le chargement devient difficile, sinon impossible; le primaire est, de plus, très exposé; les soubresauts du métal sont dangereux; les pertes par rayonnement, qui sont toujours les plus accentuées, augmentent.

Si le primaire est au-dessous de la rigole, le degré de rapprochement est de nouveau limité par les exigences de la construction du massif de maçonnerie; pour le reste, tout se passe comme dans le cas précédent.

Les principes fondamentaux, qui montrent qu'un com-

Digitized by Google

promis est indispensable, font voir *a priori* la valeur de tel ou tel modèle de four.

M. Engelhardt décrit sommairement, en les classant suivant ce qui a été dit plus haut, les types ci-après.

I. Fours a induction proprement dits. — A. Métal et laitier en parallèle. (La rigole de fusion est horizontale et contient, dans toute sa longueur, deux liquides non miscibles — le métal et le laitier — entre lesquels se partage le courant.)

*a*. Canal de section uniforme.

α. Bobine primaire cylindrique.

1. Four de Colby, 1890. — Le primaire et le secondaire sont concentriques, le métal à traiter se trouvant au centre; le fer est double.

2. Four de Kjellin, 1900. — Le primaire et le secondaire sont concentriques, le canal de fusion à l'intérieur, comme dans le cas précédent; le fer est simple.

3. Four Kjellin, 1905. — Les dispositions sont identiques à celles du précédent modèle, sauf que le fer est double.

4. Four Hjorth, 1905. — Le primaire et le secondaire sont excentriques; le primaire en dehors du secondaire; le fer est simple; mais seule la branche portant l'enroulement est fixe, et le circuit magnétique se ferme à volonté vers la droite ou vers la gauche, de façon à ce que la même bobine primaire puisse servir aux deux secondaires, employés alternativement.

β. Bobine primaire en disque.

5. Four Ferranti, 1887. — Le primaire comprend deux sections, placées l'une au-dessus, l'autre au-dessous du canal; le fer est double.

6. Four Frick, 1904. — Il n'y a qu'un enroulement primaire qui est, soit au-dessus, soit au-dessous de la chambre circulaire de fusion ; le fer est simple.

*b*. Le canal n'a pas partout la même section.

7. Four Schneider-Creusot, 1905. — Ce four est formé d'une chambre de fusion, de dimensions relativement grandes, et à laquelle se relie un canal étroit, en U, qui achève le circuit secondaire; le métal se surchauffe dans ce canal, et il se produit par conséquent dans la masse des courants de convection. L'enroulement et le canal sont excentriques; le fer, simple.

8. Four Gin, 1906. — Il y a deux chambres de travail, larges, de section rectangulaire, reliées l'une à l'autre par deux canaux de section très rétrécie et obliqués en sens inverse. Le primaire et le secondaire sont concentriques, l'enroulement se trouve à l'intérieur; le fer est double; sauf la disposition spéciale des chambres de fusion, le four Gin est donc identique au Kjellin 1905.

B. Métal et laitier en série. (Le canal de fusion est vertical et rempli, en partie de métal fondu, en partie de laitier, le même courant circule dans celui-ci et dans la matière à traiter.)

9. Four de Wallin, 1904. — La chambre de fusion est une rigole circulaire verticale formée dans un massif de maçonnerie.

II. Fours a induction combinés. — 10. Röchling-Rodenhauser, 1905. — Le secondaire est en deux parties; d'une part, il comprend deux anneaux en court-circuit sur eux-mêmes, avec une sole de travail commune; d'autre part, des spires secondaires conductrices font passer dans le revêtement de la sole un courant qui l'échauffe par résistance. Le fer est simple; l'enroulement, en cylindre.

11. Four Hjorth, 1906. — C'est la même forme qu'en 4 pour ce qui touche la disposition du primaire, du fer et du secondaire les uns par rapport aux autres, avec cette différence que la chambre de fusion est interrompue par une cloison réfractaire au-dessus de laquelle est placée une électrode à deux branches dont les bouts inférieurs plongent dans le laitier. L'appareil est donc, en quelque sorte, la combinaison du four à induction avec le four de M. Héroult.

12. Nouveau four Hjorth, 1906. — Cet instrument est encore une combinaison du four à induction et du four de M. Héroult; le secondaire est formé d'une électrode en U, qui ne plonge que dans le laitier, dudit laitier et du bain métallique.

« Je ne sache pas, dit M. Engelhardt, qu'en dehors du four Kjellin et du four Röchling-Rodenhauser, qui est une dérivation du premier, aucun des appareils prémentionnés ait fait l'objet d'applications pratiques; un certain nombre d'entre eux ont toutefois été mis en expérimentation; ce sont ceux de Colby (un), de Hjorth (un), de Frick (deux), de Schneider-Creusot (un), de Gin (un) et de Wallin (un). »

Quant au système Kjellin, pur ou mixte, il est actuellement employé dans dix-sept installations, à savoir : (voir le tableau page suivante).

Ne sont pas compris dans cette statistique les appareils de laboratoire ou de démonstration.

Les brevets Kjellin ont été acquis en 1904 par la Metallurgiska Patentaktiebolegat, de Stockholm, qui en a conservé l'exploitation pour les pays scandinaves, mais en a cédé la licence, pour les autres pays, à différentes sociétés et, notamment, à la firme Siemens et Halske, de Berlin (pour l'Allemagne, le Grand-Duché de Luxembourg, l'Autriche, la Hongrie, et la Russie), à la Grondal-Kjellin Company, de Londres (pour l'Angleterre et ses colonies, et les États-Unis), à P. Gredt, de Luxembourg (pour les pays romans). Les différentes sociétés ont formé, pour la défense de leurs intérêts et l'unification de leurs méthodes de généralisation, etc., la Gesellschaft für Elektrostahlanlagen, dont le siège est à Berlin, et à laquelle sont alliées beaucoup de grandes maisons de construction étrangères.

Comme on le sait, M. Kjellin avait fait ses premières expériences au moyen d'un four qui a été décrit fréquemment et dont la capacité initiale, de 78 kw, a été portée, par des améliorations successives, à 165-170 kw.

Ce four, installé à Gysinge, était refroidi à la fois, par ventilation et circulation d'eau; dans la suite, on a reconnu que la ventilation suffit; néanmoins, la réfrigération à l'eau est souvent conservée; la Grondal-Kjellin

Digitized by Google

Company de Londres confectionne, surtout pour les petits appareils, les bobines primaires de façon à ce qu'on puisse y faire passer un courant d'eau.

| VILLE. | PUISSANCE ABSORBÉE EN KW. | CAPACITÉ (CHARGE) EN TONNES. | TYPE. |
|---|---|---|---|
| ALLEMAGNE. | | | |
| 1. Völklingen. . . . . | 750 | 8500 | Kjellin pur. |
| 2. — . . . . . | 400 | 3000 | Kjellin combiné. |
| 3. — . . . . . | 90 | 700 | — |
| 4. Essen . . . . . | 750 | 8500 | Kjellin pur. |
| 5. Gleiwitz . . . . . | 175 | 1500 | — |
| LUXEMBOURG. | | | |
| 6. Dommeldingen. . . . | 90 | 700 | Kjellin combiné. |
| AUTRICHE. | | | |
| 7. Kladno. . . . . | 440 | 4000 | Kjellin pur. |
| 8. Vocklachbruck . . . | 65 | 400 | — |
| SUISSE. | | | |
| 9. Gurtnellen. . . . . | 330 | 3800 | — |
| ESPAGNE. | | | |
| 10. Araya . . . . . | 215 | 1500 | — |
| ANGLETERRE. | | | |
| 11. Sheffield. . . . . | 175 | 1100 | — |
| 12. Londres . . . . . | 60 | 100 | — |
| SUÈDE. | | | |
| 13. Gysinge . . . . . | 175 | 1500 | — |
| 14. Guldsmehutte . . . . | 750 | 8500 | — |
| ÉTATS-UNIS. | | | |
| 15. Philadelphie . . . . . | 60 | 100 | — |
| CANADA. | | | |
| 16. Niagara-Falls. . . . . | 150 | 800 | — |
| 17. — . . . . . | 60 | 100 | — |

On a construit, ainsi qu'on l'a vu par le tableau général donné plus haut, des fours Kjellin permettant de traiter des charges de huit tonnes. On cherche à aller plus loin, car il y a grand avantage à pouvoir reprendre, d'un seul coup, au four électrique, toute la charge d'un four Thomas ou d'un four Siemens-Martin.

Mais quand la charge augmente, la résistance ohmique du secondaire du four diminue, sa self-induction s'élève, le facteur de puissance décroît. Pour remédier à cet inconvénient, M. Kjellin abaisse la fréquence du courant d'alimentation; il faut alors, il est vrai — car on est descendu jusqu'à cinq périodes par seconde — faire usage de machines génératrices spéciales, très coûteuses; mais, par sa grandeur déjà, le four justifie, dans ce cas, l'installation d'un matériel particulier, et l'on récupère, par les avantages que l'on retire d'un appareil de grande capacité, la perte qu'entraîne le surcroît de dépenses d'installation.

Dans tous les cas, il faut évidemment, pour restreindre les pertes calorifiques (qui diminuent, proportionnellement, quand augmente la taille), recouvrir le four de voûtes, là où ce procédé est possible, et de couvercles mobiles dans les parties restées libres pour le chargement.

La régularité de la production et la continuité du fonctionnement, ainsi que la simplicité du service, sont des qualités que doit indispensablement posséder le four.

Le fonctionnement doit pouvoir être ininterrompu parce que les variations de température exercent sur le revêtement une influence extrêmement préjudiciable. Si l'on ne travaille que par intermittences, le jour, par exemple, il devient nécessaire de maintenir une petite partie de la charge dans la chambre, en la chauffant (directement, par résistance), ce qui occasionne une perte de courant.

Pour le surplus, l'outillage des fours varie suivant le résultat à obtenir, le procédé à y appliquer; moyennant d'être convenablement conçu, le four électrique à induction se prête à toutes les opérations sidérurgiques, depuis l'épuration des aciers Siemens-Martin. Bessemer ou Thomas, jusqu'à l'extraction.

Les seules applications réellement à envisager, pour la pratique, sont toutefois la fabrication de l'acier en partant de la fonte vive et des rognures, et le raffinage des aciers précités. Les autres opérations exigent trop d'énergie.

Pour l'emploi du four électrique comme convertisseur, il faut un canal large, d'un accès facile, permettant de réparer et d'entretenir le revêtement; il n'y a pas beaucoup de laitier; l'opération est relativement longue.

Le four peut être fixe; dans ce cas, la décharge se faisant alors par un trou de coulée. Si l'on part du métal froid, il faut laisser une partie de la charge pour la mise en marche; quand on veut modifier la composition du produit, il faut donc passer par des charges intermédiaires, à moins de décharger complètement le four et de le remettre en marche avec une charge prise directement au cubilot.

Dans le cas du raffinage, la charge est généralement considérable, le laitier abondant, la durée de l'opération courte; le four doit en conséquence être monté de manière spéciale et pouvoir basculer. Le mouvement est provoqué mécaniquement, hydrauliquement ou à l'aide d'un moteur électrique.

L'un des Kjellin les plus remarquablement équipés, parmi ceux aujourd'hui en service, est le grand appareil fourni aux Röchlingschen Eisen und Stahlwerke, à Völklingen.

Ce four absorbe une puissance de 750 kw. Son primaire est alimenté sous 7500-4900 volts, à 5 périodes, par une dynamo spécialement construite pour cette application.

Il pèse 70 tonnes; la largeur du fer, entre les branches verticales, est de 2500 mm.

Il se compose d'une enveloppe de tôle de fer contenant le bâti de maçonnerie réfractaire à l'intérieur duquel est ménagé, dans une sole basique (rien n'empêcherait d'employer, si besoin était, une sole acide), le canal de fusion circulaire.

Ce canal formé, on laisse sécher le revêtement, puis on le chauffe au moyen d'une charge préparatoire, qui est reprise avec la charge définitive.

Cette chambre est fermée, pendant l'opération, à l'aide de couvercles en matière réfractaire à armature de fer;

Digitized by Google

la manœuvre de ces couvercles se fait à l'aide d'une petite grue pivotante.

Tout l'appareil est mobile sur deux tourillons dentés et est mis en mouvement au moyen d'un segment denté fixé à l'enveloppe, du côté opposé au bec, et avec lequel engrène un pignon denté; l'axe de celui-ci reçoit son mouvement, par l'intermédiaire de roues d'angle et d'engrenages réducteurs, d'un moteur électrique triphasé de 15 kilowatts, 50 périodes, 400 v, 750 tours par minute; deux moteurs de ce genre sont placés côte à côte, l'un servant de réserve, le four est, par mesure de précaution, muni d'un trou de coulée qui permet de le vider sans qu'on ait à le faire basculer.

L'alternateur a une capacité de 1188 kv-A pour un cos $\varphi = 0{,}65$, sous 4500 v, 5 périodes. Il est actionné par un moteur à vapeur à double expansion de la Maschinenbau A. G. Escher-Wyss, de Zurich.

L'excitation est produite par une dynamo de 35 kw, entraînée, au moyen d'une courroie, par une poulie fixée sur l'arbre du générateur principal.

Indépendamment d'un tableau ordinaire, des appareils de commande et de surveillance — un voltmètre et un wattmètre, un régulateur d'excitation et un interrupteur automatique à huile, fonctionnant comme disjoncteur à maxima — sont montés dans la salle des machines.

Aucun appareil à haute tension n'est accessible: le voltmètre et le wattmètre ci-dessus sont disposés sur une colonne qui porte également le volant du régulateur ainsi que le levier du coupe-circuit.

Les parties à haute tension se trouvent dans le sous-sol, où elles sont placées dans une chambre spéciale.

Une colonne de commande, à peu près semblable à celle de la salle des machines, est montée dans le hall du four; cette colonne porte un voltmètre et un wattmètre, ainsi que le volant d'un régulateur et le levier d'un interrupteur.

Le régulateur en question agit sur le champ et l'interrupteur ne fonctionne pas comme coupe-circuit à maxima.

Il y a en outre un rhéostat de contrôle pour le moteur de renversement du four.

Quant au four Röchling-Rodenhauser, c'est, nous l'avons vu, une combinaison du four Kjellin avec le four à chauffage direct par résistance.

Il a sur le four Kjellin simple, entre autres avantages, celui de permettre l'exécution des opérations métallurgiques sur une sole, comme dans le four Siemens-Martin.

Le chauffage de la sole est obtenu en faisant passer dans le revêtement un courant fourni par un enroulement secondaire spécial qu'excite le primaire.

Le four est complètement fermé; il est muni d'une porte à charnière pour le chargement.

Au point de vue électrique le four combiné possède les qualités fondamentales suivantes, qui constituent de grands perfectionnements: Les deux branches du fer peuvent recevoir un enroulement; le secondaire est en forme de $\infty$; sa section est réduite, sa résistance augmentée; la sole étant chauffée directement, le facteur de puissance est relevé: il en résulte que, pour les capacités ordinaires, on peut conserver une fréquence de 50 périodes et que, même avec les gros appareils, on peut ne pas descendre en-dessous de 25 périodes.

Le rendement du four Röchling-Rodenhauser est légèrement supérieur à celui du four Kjellin, lequel est de 50 pour 100 dans les unités moyennes et peut atteindre jusqu'à 80 pour 100 dans les engins de grande capacité.

Pas plus dans ce four que dans celui de Kjellin, aucune disposition n'est prise pour produire la circulation de la masse en fusion; l'artifice indiqué, pour arriver à ce résultat, par MM. Schneider et Gin, est, selon M. Engelhardt, entièrement inutile.

Par suite de l'inégale perméabilité du champ, le flux produit, dans le fer traité, une force radiale horizontale, qui, combinée avec l'action de la pesanteur, donne une résultante oblique; en vertu de ce phénomène, la masse liquide incline sa surface vers l'intérieur du four; il en résulte un refroidissement plus rapide sur le bord extérieur et des courants de convection circulaires qui assurent le mélange parfait du produit.

Dès l'origine du four électrique, d'ailleurs, les analyses ont fait voir la bonne homogénéité des produits fabriqués et cette constatation n'a pas été infirmée dans la suite.

HENRY.

---

## TRANSFERT
### DU
# BUREAU TÉLÉPHONIQUE CENTRAL GERRARD
### A LONDRES

Dans l'*Electrical Engineering*, auquel nous empruntons ce qui suit (1), M. W. V. Lonnon a relaté en détail les dispositions prises, à Londres, par la *National Telephone C°*, lors du récent transfert de l'un de ses principaux bureaux centraux : *the Gerrard Telephone Exchange*, d'ailleurs l'un des plus importants de la métropole, puisqu'il dessert la majeure partie du district ouest, et ne relie pas moins de 20 000 abonnés. Cette opération, effectuée le dernier samedi de septembre, fut doublement sensationnelle. D'abord, c'était un nouveau pas franchi par le système à batterie centrale, dans la conversion générale du réseau téléphonique londonien. Puis, il s'agissait de transférer, de l'ancien local dans le bâtiment neuf contigu, édifié à cet effet, un nombre considérable de lignes, et ce, en un laps de temps assez court pour que le trouble apporté dans le service des abonnés soit le moindre possible Disons tout de suite que ce desideratum fut réalisé à la perfection, puisque l'essentiel du transfert s'accomplit, tel que prévu du reste, dans le délai de quinze minutes....

(1) *Electrical Engineering*, 5 octobre 1907, p. 505.

Digitized by Google

On conçoit que pareil résultat ne fut pas sans nécessiter plusieurs mois de préparation et d'organisation minutieuses. En premier lieu, il fallut visiter tous les abonnés du bureau, et remanier chez chacun d'eux les circuits de l'appareil, de manière à rendre automatique, par simple décrochage du récepteur, l'appel au nouveau central. Au surplus, des modifications durent être apportées à tous les bureaux centraux reliés directement au *Gerrard*, ce qui entraîna, pour les divers bureaux compris dans l'enceinte métropolitaine, ou le remaniement des circuits auxiliaires, ou l'installation du nouvel équipement propre au système à batterie centrale.

En ce qui concerne les lignes des abonnés, on procéda ainsi. Les câbles aériens et souterrains furent détournés et attachés au nouveau tableau principal, de telle sorte que les équipements anciens et nouveaux pussent être reliés en parallèle. D'autre part, tous les fils privés et lignes auxiliaires, n'ayant qu'à traverser le bureau, furent dûment essayés d'abord, puis reliés à demeure avec le nouveau tableau principal, et enfin séparés de l'ancien tableau.

Toujours avant la date du transfert, il avait été procédé, sur chacune des lignes d'abonnés, à des essais, afin de vérifier, à la fois, la correction des nouveaux circuits d'appareil, et l'exacte concordance des numéros; de même, des essais, avaient eu lieu, en ordre de travail, sur toutes les lignes auxiliaires, ainsi que sur les divers fils et lignes de service reliant les groupes au répartiteur. Au nouveau central, les équipements d'appel des lignes d'abonnés ayant été retirés du circuit, par insertion, dans les relais de coupure, d'une fiche en bois spéciale, on put alors monter les résistances ohmiques sur le tableau principal. Tous les fils d'abonnés et de service, ainsi que la majeure partie des nouveaux circuits auxiliaires, travaillaient en parallèle avec les circuits et fils de l'ancien répartiteur, et ce, durant plusieurs jours avant l'exécution du transfert. Les résistances ohmiques de l'ancien tableau étaient attachées ensemble, par petits groupes, au moyen de rubans, de manière à pouvoir être enlevées facilement et rapidement, au moment voulu.

La durée prévue pour le transfert avait été, nous l'avons dit, de quinze minutes; nous savons également que tout le travail fut réellement accompli dans ce laps de temps. De 2 h 30 m à 2 h 35 m, tous les abonnés appelants furent priés de rappeler un quart d'heure plus tard, et les connexions établies dans l'ancien bureau furent supprimées, par les opératrices, dès que les abonnés en communication eurent fini de converser. Ordre fut alors donné, aux hommes de service à l'ancien tableau, d'enlever les résistances ohmiques au moyen des rubans disposés à cet effet, et de couper ainsi les lignes à l'ancien répartiteur. Cela terminé, les hommes de service aux rangées de relais et au tableau principal faisant partie du nouvel équipement, reçurent l'ordre d'insérer les résistances ohmiques restantes sur les jonctions non en parallèle avec l'ancien équipement, et de retirer les fiches en bois des relais de coupure, afin de joindre respectivement les dernières des lignes auxiliaires et les équipements d'appel du nouveau répartiteur.

Tandis que ces opérations s'effectuaient au *Gerrard*, les hommes placés à tous les bureaux des divers districts, joignaient les bouts des lignes auxiliaires, de manière qu'elles puissent travailler sur les nouveaux équipements, ou bien apportaient les dernières modifications aux circuits existants.

Avant 2 h 30 m, toutes les opératrices qu'il avait été possible de distraire de l'ancien bureau entrèrent à la file dans la salle du nouveau répartiteur, où elles prirent leurs places assignées, toutes prêtes aux appels à provenir des lignes rétablies, et ces opératrices furent renforcées de leurs compagnes laissées à l'ancien bureau, dès la fermeture de celui-ci.

Aussitôt le transfert terminé, un essai complet de parole et de signaux fut effectué sur tous les circuits auxiliaires reliant le *Gerrard* aux autres bureaux; on effectua également un essai sur chaque équipement d'appel d'abonné. Les lignes auxiliaires sortantes furent essayées, à l'aide d'un cordon ordinaire d'opératrice, par des inspecteurs répartis sur les lignes d'abonnés des divers bureaux. Pour l'essai des lignes auxiliaires entrantes, les inspecteurs y procédèrent au moyen d'un appareil ordinaire de batterie centrale, pourvu d'un jack propre à recevoir la fiche de jonction. Chacun de ces appareils était monté sur un support mobile, disposé juste en face du point à essayer. Quant aux équipements d'appel des abonnés, les opératrices en firent la vérification au moyen d'une fiche ordinaire de répartiteur, ayant la pointe et l'anneau en court-circuit.

Afin de parer à tous signaux injustifiés pouvant se produire sur les équipements d'appel, on installa trois groupes spéciaux de fiches, capables, chacun, de desservir cinquantes lignes. Le circuit de ces groupes est disposé de telle façon qu'il permet de pourvoir à toute faute, de quelque nature qu'elle soit, et aussi de signaler automatiquement la disparition de la faute. L'emploi de ce dispositif a été jugé nécessaire, en passant du système magnéto à celui de la batterie centrale, attendu qu'une proportion notable des fautes attribuées aux lignes d'abonnés, proviennent du décrochage du récepteur, occasionnant un appel continu. De tels signaux doivent être coupés au répartiteur principal; sinon, ils risqueraient d'embrouiller l'opératrice et d'entraver la besogne. L'essai au son, appliqué sur la ligne fautive, indique à l'opératrice, voulant appeler sur cette ligne, qu'elle est hors de service.

Les chiffres suivants établissent le nombre de lignes qui furent transférées, non compris de nombreuses lignes diverses et lignes en réserve : 6460 lignes directes d'abonnés, 1670 lignes auxiliaires et fils de service, enfin, 2000 fils privés et de circuits locaux.

L'auteur observe, en terminant, que les plus sérieuses précautions avaient été prises, lors du transfert, pour remédier promptement à toute erreur éventuelle. La conversion du *Gerrard* au système à batterie centrale, en

Digitized by Google

augmentant de beaucoup le nombre de lignes déjà régies par ce système, permet d'espérer une amélioration notable du service métropolitain, surtout lorsque le bureau sera installé définitivement.

Du reste, nous nous proposons de revenir, avec l'auteur, sur l'installation du nouveau central londonien, à propos de certaines modifications qu'il reste à lui apporter. Aux quelques détails y relatifs, seront jointes des figures expliquant le montage, accompagnement plus qu'utile en pareille matière. A. R.

## LES APPAREILS DE SYNCHRONISME

Les appareils de synchronisme servant à la mise en parallèle des alternateurs peuvent se diviser en deux classes, les indicateurs optiques et les appareils automatiques. Au début, de simples lampes ont constitué des indicateurs de synchronisme assez grossiers; mais on n'a pas tardé à s'apercevoir des inconvénients qu'elles présentaient, en particulier du manque de précision qui résultait de leur emploi pour la mise en parallèle. On leur a substitué les synchroscopes qui permettent de déterminer plus exactement la différence de phase qui existe entre deux machines, même très voisines du synchronisme. Ces appareils sont de deux types : le système dit à induction et le système Lincoln (1).

*Description.* — Le premier de ces appareils est tout indiqué lorsque l'installation possède des transformateurs réducteurs pour appareils de mesure; comme il n'absorbe que 10 watts à peine, il peut être relié aux transformateurs ordinaires des appareils de mesure.

Le synchroscope à induction comprend 3 bobines

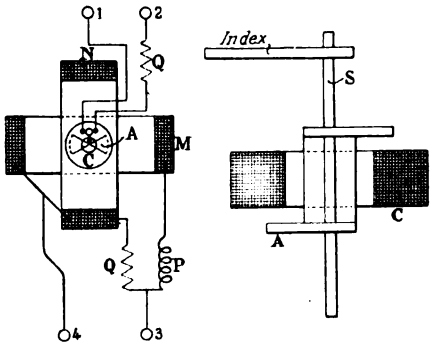



Fig. 1. — Synchroscope à induction.

fixes, C, M, N, et un équipage mobile composé d'une armature en fer A, fixée à un axe monté sur pivots. Une aiguille, calée sur cet axe, se déplace sur un cadran extérieur (fig. 1).

L'équipage mobile est soigneusement équilibré, en sorte qu'en temps normal il n'est soumis à aucun couple. Les bobines M et N calées à 90°, l'une par rapport à l'autre, ont leur axe dans le même plan vertical; la bobine C a son axe horizontal coïncidant avec celui de l'armature en fer. Les bobines M et N sont montées en dérivation sur les barres du tableau; entre l'une d'elles N et l'arrivée du courant alternatif est intercalée une résistance Q; entre l'autre bobine M et la même borne 3 est intercalée une self-induction P. Les circuits M et N n'ayant pas la même constante de temps, grâce à ce montage, seront parcourus par des courants déphasés, quoique provenant des mêmes bornes 3 et 4. La bobine C est reliée à la machine à coupler par les bornes 1 et 2 au travers d'une résistance Q.

*Fonctionnement.* — Supposons pour un instant que l'on envoie du courant continu dans la bobine C, le noyau de fer qui le traverse s'aimantera et il se déterminera deux pôles dans les épanouissements A de l'armature. Un courant continu envoyé à ce moment dans la bobine N, déterminera un champ qui orientera l'armature A; il est facile de voir qu'un changement simultané du sens du courant dans les bobines N et C n'affectera pas la position de l'armature. L'effet produit sera donc le même et la position de l'armature ne changera pas, que le courant soit continu ou alternatif.

De même, si la bobine M est alimentée pendant ce temps-là par du courant alternatif de même fréquence que celui des bobines N et C, mais déphasé de 90° par rapport à lui, l'armature ne se déplacera pas non plus parce que le champ maximum dans la bobine M se produit quand les autres sont nuls.

Supposons que les bobines M et N soient reliées à un même alternateur ou aux barres du tableau et la bobine C à l'alternateur à coupler. Tant que les courants auront la même fréquence, l'armature prendra une position dans le champ tournant créé par M et N correspondant à la direction donnée aux épanouissements par le champ maxima dû à la bobine C.

Si la fréquence des courants en C n'est pas la même qu'en M et N, le champ maximum dû à C ne se produit pas au même instant qu'auparavant, et l'armature se déplacera pour se maintenir dans le champ maximum. On comprend donc qu'une augmentation ou une diminution de fréquence puisse changer la position d'équilibre de l'équipage de fer doux.

Le synchroscope Lincoln est surtout applicable aux stations centrales un peu considérables, ses indications étant visibles à une assez grande distance. Ainsi qu'on le voit figure 2, cet appareil se présente sous la forme d'un inducteur bipolaire à noyau de fer feuilleté M excité par un des alternateurs, ou plus simplement relié aux barres du tableau par les bornes 3 et 4. Entre les épanouissements polaires, se trouvent deux bobines, B et C, calées à 90° et reliées aux mêmes bornes 1 et 2, l'une à travers une résistance Q formé de lampes, l'autre à travers une self-induction P. Les deux bobines enroulées sur un noyau

(1) *Electrical Engineer* du 10 octobre 1907.

Digitized by Google

de fer lamellé, comme celles d'un induit ordinaire, reçoivent le courant alternatif par trois bagues (puisqu'elles ont un pôle commun). Sous l'action du courant alternatif provenant des bornes 1 et 2, un champ tournant se trouve créé par les bobines B et C, de constante de temps différente : comme dans l'appareil (fig. 1), le champ alternatif fixe dû aux inducteurs M orientera la partie mobile. L'induit tournera jusqu'à ce que les directions correspondant à la valeur maxima des champs en présence viennent en coïncidence.

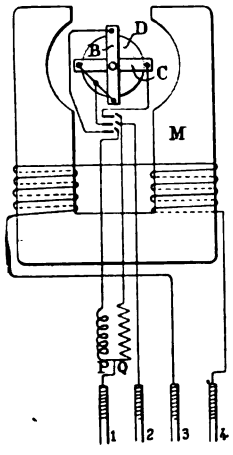


Fig. 2.

L'emploi de ces appareils ne dispense pas de mettre des lampes de phase, car ces dernières sont précieuses lorsque le synchronisme est loin d'être atteint. Le synchroscope étant un appareil, en somme, très précis, ne sert qu'à achever le réglage et à obtenir une mise en parallèle correcte. La position de l'aiguille indiquant quelle est la machine qui est en avance sur l'autre, on peut agir sans tâtonnements sur la vitesse des moteurs.

*Appareil automatique de couplage.* — Ce dernier appareil, très intéressant, est destiné à provoquer lui-même, sans le secours d'aucun opérateur, le couplage de deux alternateurs lorsqu'ils remplissent les conditions voulues d'égalité de fréquence et de tension. Ce même organe découple les alternateurs, si la fréquence ou la tension viennent à varier brusquement.

Un fléau de balance E oscillant autour du point L (fig. 4) supporte, à chacune de ses extrémités, deux

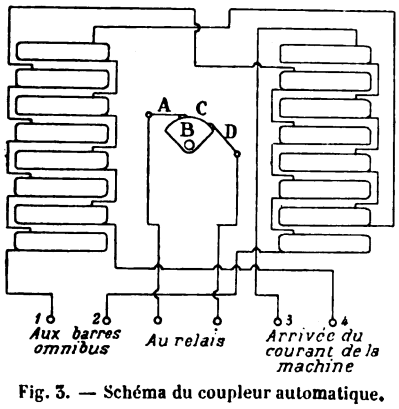


Fig. 3. — Schéma du coupleur automatique.

noyaux cylindriques en fer. Ces noyaux peuvent plonger chacun dans un solénoïde formé de 8 bobines diversement couplées.

Ainsi que le montre clairement le schéma (fig. 3), chaque solénoïde comporte deux séries de quatre bobines alternées placées les unes au dessus des autres. L'une de ces séries est reliée à un des alternateurs par les bornes 1 et 2, l'autre série à l'autre alternateur à coupler par les bornes 3 et 4.

Les connexions sont disposées de telle sorte que lorsque les alternateurs sont en coïncidence de phase, les champs magnétiques produits par les deux séries de bobines du solénoïde de gauche sont en opposition, et se neutralisent, tandis qu'au même moment les champs des deux séries de bobines du solénoïde de droite s'ajoutent et attirent le noyau de fer doux. Lorsque, au contraire, les alternateurs sont en opposition de phase, le solénoïde de gauche devient actif, tandis que celui de droite n'agit

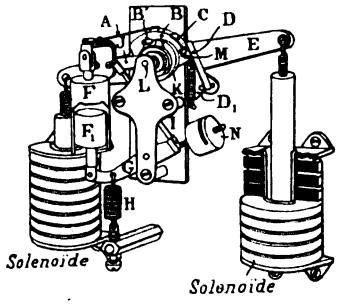


Fig. 4. — Coupleur automatique.

plus sur son noyau. Enfin, lorsque le déphasage n'est que de 90°, les attractions restent les mêmes et les noyaux sont également attirés.

Le phénomène de la mise en concordance de phases se traduit donc sur cet appareil par une série d'oscillations du fléau analogues aux extinctions et allumages des lampes de phase. On a utilisé ce mouvement, en particulier lorsqu'il devient de plus en plus lent, pour actionner le contact d'un relais commandant l'interrupteur de couplage.

Dans ce but, le fléau peut actionner un secteur B portant des contacts par l'intermédiaire d'un amortisseur à air F.

Tant que les oscillations du fléau sont rapides, l'air ne peut s'échapper assez vite du cylindre F, et ce dernier entraîne le secteur B. Lorsque les oscillations se font lentement, l'air s'échappe peu à peu du cylindre, et le secteur tend à rester immobile ; le fléau continuant sa course, un balai A porté par lui vient toucher au contact C du secteur et ferme le circuit du relais, le couplage se produit.

Si la vitesse d'une des machines vient ensuite à varier accidentellement, un déphasage se produira, le fléau basculera violemment vers la gauche et le contact avec le relais sera rompu par le balai D ; le couplage sera supprimé.

Cet appareil, extrêmement ingénieux, est appelé à rendre des services dans les centrales modernes ; il est trop nouveau encore pour qu'on puisse formuler quelques critiques sur son emploi ; aussi laisserons-nous à la pratique le soin de nous dire si son fonctionnement n'est sujet à aucun aléa. A. S.

Digitized by Google

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 9 décembre 1907.*

**Sur un compas électromagnétique particulièrement propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins.** — Note de M. Louis Dunoyer, présentée par M. E. Guyou. — Les compas universellement employés jusqu'à ce jour dans la navigation sont essentiellement composés d'une aiguille aimantée mobile sur pivot. La construction de navires en fer et surtout de navires cuirassés a obligé, d'une part, à perfectionner la construction des équipages aimantés et, d'autre part, à serrer de plus près le problème de la compensation des forces perturbatrices que les masses de fer et d'acier du navire exercent sur le compas. Les noms de Poisson, de Sir Georges Airy et de Lord Kelvin, entre autres, sont attachés aux progrès réalisés dans ces directions. On peut considérer les roses Thomson, en usage dans les différentes marines, comme ayant atteint à peu près les limites de perfection dont une rose est susceptible.

Pourvu que la force directrice moyenne, en un point donné du navire, ait une valeur suffisante, on peut compenser les actions perturbatrices du navire au moyen d'aimants permanents et de globes de fer doux convenablement placés. Mais, dans certains endroits du navire où il serait particulièrement désirable de connaître à chaque instant le cap, par exemple dans les blockhaus cuirassés, la force directrice agissant sur la rose, une fois la compensation faite, est si faible, par suite de la raréfaction du champ que produit la paroi cuirassée du blockhaus, que la position d'équilibre de l'aiguille est très mal assurée. Un léger frottement du pivot sur la chape ou des vibrations un peu fortes troublent alors d'une manière très grave les indications du compas.

Sur les sous-marins, les difficultés sont encore plus grandes, à cause des perturbations que produisent sur le compas les courants, d'intensité variable, qui alimentent les moteurs.

Les solutions essayées pour remédier à cet état de choses ont consisté dans la transmission soit optique, soit mécanique, soit électromagnétique des indications d'un compas compensé installé dans un endroit abrité; mais aucun de ces essais n'a donné jusqu'à présent, de résultats satisfaisants. On a essayé, sans succès, sur les sous-marins, de suppléer au compas par un gyroscope; on a dû se résigner à revenir aux compas magnétiques, malgré les difficultés que présentent leur installation et leur emploi.

Dans l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, l'équipage magnétique est remplacé par une bobine tournant autour d'un axe vertical, au moyen d'un moteur suffisamment éloigné. Sur cet axe est monté un tambour en ébonite, dont la périphérie est cerclée d'une bague de cuivre coupée en deux points diamétralement opposés; le diamètre qui joint ces coupures est parallèle au plan des spires de la bobine. Les extrémités du fil de cuivre de la bobine sont reliées aux deux moitiés de la bague de cuivre. Sur cette bague frottent, en deux points diamétralement opposés, deux balais solidaires du navire; ces balais sont reliés à un galvanomètre. L'induit tournant est placé en un point du navire où l'on estime le champ stable et compensable. Le galvanomètre récepteur est placé dans le blockhaus (1).

Le cadre de ce galvanomètre est mobile autour d'un axe horizontal parallèle au plan de symétrie longitudinal du navire et porte un miroir concave qui forme, sur une glace dépolie placée au-dessus, l'image d'un trait lumineux parallèle à son axe; lorsque l'induit ne tourne pas, cette image passe par le centre de la glace. J'appelle alors sa position $0x$. Lorsque l'induit tourne avec une vitesse suffisante (10 à 20 tours par seconde), l'image lumineuse se déplace et prend une position d'équilibre distante de la première d'une longueur

$$y = A \sin \zeta,$$

$\zeta$ étant le cap au compas, $A$ un coefficient qui ne dépend que des constantes électriques du circuit, du nombre de tours par seconde et de l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine tournante. Pratiquement, la mesure de $y$ ne permettrait donc pas, commodément du moins, de connaître $\zeta$, car $A$ varie avec la vitesse du moteur et avec la position géographique du navire.

Mais plaçons sur la même bobine tournante un second enroulement identique au premier, relié à deux demi-bagues identiques aux premières avec des coupures situées dans le même plan; sur ces demi-bagues frotte une paire de balais calés à angle droit des premiers, reliés à un deuxième galvanomètre identique au premier, mais mobile autour d'un axe transversal dans le navire. L'image lumineuse, également transversale, relative à ce deuxième galvanomètre, se déplace à partir du centre, quand la bobine tournante est en mouvement, d'une longueur

$$x = A \cos \zeta.$$

Donc

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tang} \zeta.$$

Mais $\frac{y}{x}$ est aussi la tangente de l'angle que l'axe $0x$, précédemment défini, fait avec le rayon vecteur qui joint le centre de la glace au point de croisement des traits lumineux. *C'est donc le cap au compas, connu ainsi directement.*

Si l'induit tournant, ou *transmetteur*, est placé en un point du navire où le champ ne soit pas troublé ou soit compensé, ce cap au compas est aussi le cap magnétique.

(1) Postérieurement à mes premiers essais, j'ai eu connaissance d'un article de l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (1901) où l'emploi d'une bobine tournante pour indiquer le cap en mer est proposé. Mais l'auteur ne semble pas s'être préoccupé d'une étude précise de la question.

Digitized by Google

Le *récepteur* est placé dans le blockhaus, sous les yeux de l'homme de barre.

Sur les sous-marins, l'induit serait placé dans un tube de bronze émergeant de la coque du navire qui constitue ainsi pour l'induit un écran, au moins partiel, contre les variations du champ magnétique intérieur produit par les dynamos. Les dimensions restreintes du récepteur paraissent devoir être ici particulièrement appréciables.

**Le nombre des électrons libres des métaux et la série électromotrice.** — Note de M. Schaffers. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1144.)

**Sur l'emploi des très basses températures pour l'analyse spectrale et pour l'étude des phénomènes magnéto-optiques dans les solutions.** — Note de M. Jean Becquerel, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1150.)

**Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines.** — Note (1) de MM. Henri Abraham et Devaux-Charbonnel, présentée par M. J. Violle. — 1. *Étude du courant à l'arrivée sur une ligne de très grande longueur.* — Nous avons vu précédemment (2) qu'une ligne extrêmement longue à fil double se comporte *au départ*, vis-à-vis d'une force électromotrice sinusoïdale, comme une capacité $\gamma$ et une résistance $\rho$ en série. Les valeurs absolues sont $\gamma = 0{,}77$ microfarad et $\rho = 420$ ohms pour les lignes souterraines du réseau de Paris.

Les lois générales des courants indiquent qu'une telle ligne doit aussi se comporter *à l'arrivée*, vis-à-vis des différents appareils qu'elle a à actionner, comme une source ayant une force électromotrice d'amplitude déterminée et possédant une résistance et une capacité intérieures précisément égales aux valeurs $\rho$ et $\gamma$ mesurées *au départ*.

Nous avons vérifié, notamment sur une ligne longue de 58,3 km, que cette règle permet effectivement de calculer à l'avance, à quelques centièmes près, en intensité et en phase, le courant absorbé à l'arrivée par un appareil dont les constantes $L$, $C$, $R$ sont données.

2. *Propagation le long de la ligne.* — Pour étudier la propagation le long d'une ligne infiniment longue, nous avons fait des mesures sur des lignes réelles de différentes longueurs, que nous faisions toujours suivre d'une capacité et d'une résistance choisies de manière à former une ligne artificielle équivalente à la ligne infinie. Les appareils étaient intercalés entre la ligne réelle et la ligne artificielle.

Si nous représentons par $R$ et $C$ la résistance et la capacité par unité de longueur de la ligne, les lois théoriques de la propagation d'un courant sinusoïdal sont

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \alpha x),$$

$$rI = E_0 e^{-\alpha x} \cos\left(\omega t - \alpha x - \frac{3\pi}{4}\right)$$

avec

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \quad \text{et} \quad \alpha = \sqrt{\frac{\omega C R}{2}}.$$

On voit tout d'abord que les amplitudes doivent varier en progression géométrique le long de la ligne, pendant que les phases varieront en progression arithmétique. Cela était à peu près évident, *a priori*, sans théorie mathématique.

Mais les formules montrent quelque chose de plus : c'est que la même constante, $\alpha$, doit définir ces deux variations d'amplitude et de phase. Si donc on a mesuré, par exemple, la phase $\alpha x$ à la distance $x$ de l'origine, on doit pouvoir en déduire l'amplitude et la phase à toute distance. Le tableau ci-après donne les valeurs ainsi calculées et les valeurs observées, à différentes distances, pour le rapport entre l'intensité au départ et l'intensité à l'arrivée, ainsi que pour la différence entre la phase à l'arrivée et la phase au départ, la fréquence étant de 500 périodes par seconde :

| Distance à l'origine en km. | Rapport des intensités | | Différence de phase en degrés | |
|---|---|---|---|---|
| | observé. | calculé. | observée. | calculée. |
| 16,4 . . . . . | 2,4 | 2,5 | 52 | 49 |
| 37 . . . . . | 8 | 7,5 | 114 | 115 |
| 58,3 . . . . . | 21,5 | 25 | 180 | 180 (base) |

Nous avons encore vérifié que les phases et les rapports observés restaient les mêmes, quelle que fût l'amplitude de la force électromotrice, qui a varié de 0,2 volt à 2,5 volts.

*Influence de la fréquence.* — La théorie indique que le coefficient $\alpha$, qui règle à la fois l'amortissement du courant et les variations de la phase le long de la ligne, doit varier lui-même proportionnellement à la racine carrée de la fréquence.

Des mesures ont été faites sur la ligne de 58,3 km avec des courants à 500 et à 250 périodes. Voici la comparaison des formules et de l'expérience :

| Nombre de périodes par seconde. | Rapport des intensités | | Différence de phase en degrés | |
|---|---|---|---|---|
| | observé. | calculé. | observée. | calculée. |
| 250 . . . . . | 9,4 | 9,2 | 122 | 127 |
| 500 . . . . . | 21,4 | 25 | 180 | 180 (base) |

Toutes ces mesures pourront contribuer à préciser des faits que révèle l'usage journalier du téléphone : les lignes souterraines ne sont utilisables que pour des distances modérées ; la hauteur des sons a une influence considérable sur la puissance des transmissions à grande distance ; les voix graves sont mieux transmises que les voix aiguës, et la ligne absorbe les harmoniques élevés.

Si la téléphonie est néanmoins possible, avec des lignes souterraines, à des distances encore assez grandes, malgré l'altération profonde de la parole, cela tient d'abord à l'extrême sensibilité de l'oreille et surtout à ce que celui qui écoute devine les mots plus qu'il ne les entend.

**L'intensité d'aimantation à saturation du fer et**

(1) Présentée dans la séance du 25 novembre 1907.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 867.

Digitized by Google

**du nickel.** — Note de M. Pierre Weiss, présentée par M. J. Violle. — On ne possède que des renseignements contradictoires sur l'intensité d'aimantation à saturation des métaux. La première exploration d'Ewing (1), encore peu précise, semble indiquer pour le fer une intensité constante et voisine de 1700, de 3000 à 20 000 gauss, les expériences de Du Bois et Taylor Jones (2) une valeur fortement croissante entre 5000 et 15 000 gauss, et atteignant 1850. Toutes ces expériences sont influencées par le voisinage du fer de l'électro-aimant dans lequel la distribution de l'aimantation est incertaine. J'ai opéré dans des entrefers plus étendus.

*Première méthode.* — Entrefer de 35 mm entre pièces polaires coniques de 15 cm de diamètre. Introduction et extraction d'une tige de fer de 1 mm de diamètre, passant dans 10 tours induits fixes, par une perforation axiale de 4 mm de l'électro-aimant.

| | | Fer doux I | Fer doux II |
|---|---|---|---|
| | Suède | du commerce. | |
| *H* gauss. | (Kohlsva). | | |
| 980 | 1718 | 1699 | 1711 |
| 1 980 | 1722 | 1706 | 1715 |
| 4 050 | 1725 | 1706 | 1718 |
| 7 900 | 1727 | 1707 | 1715 |
| 10 550 | 1727 | 1706 | 1715 |
| 11 900 | 1725 | 1704 | 1712 |
| 14 700 | 1721 | 1701 | 1708 |

La saturation est donc sensiblement atteinte à 2000 gauss ; la faible décroissance de 0,3 pour 100 dans les champs intenses est probablement l'indice du résidu de la cause d'erreur mentionnée ci-dessus.

*Deuxième méthode.* — Un petit solénoïde placé dans l'axe de l'entrefer de 40 mm entre pièces polaires planes de 15 cm forme la bobine induite. On introduit par la perforation axiale un ellipsoïde de révolution allongé de fer ou de nickel, dont les axes ont 4 mm et 9 mm. La masse de matière magnétique déplacée étant minime, on évite toute répercussion sur les pièces polaires. La position de chaque spire du solénoïde a été relevée avec la machine à diviser. J'ai trouvé ainsi :

| | Fer | | Nickel |
|---|---|---|---|
| | densité 7,860 | | densité 8,847 |
| *H* gauss. | $t = 16°$ | *H* gauss. | $t = 19,5$. |
| 450 | 1725,4 | 450 | 488,1 |
| 770 | 1728,9 | 1420 | 495,4 |
| 1740 | 1730,5 | 3850 | 496,0 |
| 4210 | 1731,3 | 6320 | 497,0 |
| 5210 | 1730,9 | 7320 | 497,1 |
| 6600 | 1731,3 | 8810 | 497,1 |

Les champs ont été corrigés des champs démagnétisants des ellipsoïdes. Le fer est le même fer très doux de Suède (Kohlsva) ; le nickel est obtenu par décomposition du nickel-carbonyle, donc exempt d'impuretés métalliques.

J'estime que les intensités d'aimantation à saturation du fer et du nickel à la température ordinaire sont données par 1731 et 497, à 0.5 pour 100 près.

(1) Ewing and Low, *Phil. Trans.*, t. CLXXX, 1899, A, p. 221.
(2) Du Bois et Taylor Jones, *Elektrot. Zeitschr.*, t. XXIV, 1890, p. 293.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 8 janvier 1908.*

M. Chaumat présente un résumé de ses travaux sur la **Réduction électrolytique de l'indigo.** M. Chaumat rappelle que, depuis que la synthèse de l'indigo, due surtout aux efforts de la Badische Anilin, est devenue industrielle, sa consommation n'a cessé de croître.

L'indigo doit ses propriétés tinctoriales à l'indigotine : la teneur en indigotine de l'indigo d'origine végétale varie beaucoup avec le procédé de fabrication ; c'est cette variété de teneur qui a fait le succès de l'indigo de synthèse, lequel titre 80 à 90 pour 100. La France consomme à elle seule près de 500000 kg d'indigo par an. Ce colorant est d'une solidité incomparable ; l'indigotine est en effet à peu près insoluble dans tous les réactifs, ce qui constitue du reste la grande difficulté de son emploi.

L'indigo bleu peut être réduit à l'état d'indigo blanc, possédant deux atomes d'hydrogène en plus ; ce dernier corps étant soluble dans les lessives alcalines, il suffira d'y plonger les tissus à teindre pendant un certain temps puis de les exposer à l'air. L'indigo blanc passe à l'état d'indigo bleu, qui reste incrusté dans la fibre (un litre d'air suffit à oxyder 5 g d'indigo).

La transformation d'indigo bleu en indigo blanc peut s'obtenir par des procédés chimiques (emploi de sulfate ferreux, d'hydrosulfite de sodium, etc.), mais on obtient avec eux de moins bons résultats qu'avec le procédé à fermentation qui est le suivant : Dans un milieu sucré alcalin on développe une certaine fermentation, l'indigo bleu est réduit, mais il faut pour cela réunir un grand nombre de conditions qui exigent une grande pratique, le travail est du reste peu intensif.

*Procédé électrolytique.* — Tout le monde sait que l'hydrogène électrolytique est un réducteur énergique ; cependant si on soumet à l'électrolyse une solution de carbonate de soude contenant de l'indigo bleu en suspension, on ne constate pas de réduction.

M. Chaumat s'est demandé si on n'obtiendrait pas la réduction en forçant l'hydrogène à se dégager sur l'indigo, il a pour cela employé le procédé suivant :

L'indigo en grains est malaxé avec du charbon et le mélange est tassé dans un sac en toile autour d'une tige de charbon. On constitue ainsi une électrode, les grains de graphite, par leur tassement assurant la conductibilité autour de l'indigo. On plonge cette électrode dans une solution de carbonate de soude et on la relie au pôle négatif d'une source à courant continu, l'autre électrode étant quelconque. On sait que l'électrolyse du carbonate de soude donne naissance à de l'hydrogène et de la soude caustique autour de la cathode, c'est-à-dire précisément les corps susceptibles de réduire et de dissoudre l'indigo. Le rendement atteint 30 à 40 pour 100 et la concentra- en indigo blanc peut aller jusqu'à 12 g par litre.

Digitized by Google

Certaines précautions doivent être prises; en particulier si le mélange est trop tassé le liquide pénètre peu et le rendement est faible; de plus il faut séparer le bac à électrolyse en deux parties par un diaphragme, l'oxygène qui se dégage à l'anode pouvant gêner la réaction. L'emploi d'un diaphragme présente l'inconvénient d'augmenter la résistance intérieure et par suite la dépense de courant. En employant certains sels réducteurs tels que des sulfites, l'oxygène est absorbé à mesure de sa formation et l'on peut supprimer le diaphragme.

M. Chaumat estime qu'il faut 10 kw-h pour réduire 1 kg d'indigo en utilisant une cuve à diaphragme; en supprimant ce dernier, il ne faut plus que 6 kw-h; on est donc en présence d'un procédé nouveau tout à fait scientifique permettant d'obtenir des solutions d'indigo pur. Il y a intérêt à teindre avec des solutions pures d'indigo blanc, car on n'est pas gêné pour déterminer les meilleures conditions de teinture de la laine. L'indigo blanc étant un produit très instable s'oxydant très facilement, on conçoit que les manipulations et le transport auxquels on le soumet souvent donne lieu à des pertes assez considérables, aussi M. Chaumat pense qu'il sera préférable de transporter l'indigo bleu sec synthétique, le manufacturier en drap réduira lui-même sur place facilement l'indigo en utilisant l'énergie électrique telle qu'elle est distribuée dans toutes les grandes usines modernes.

En l'absence de M. Kriéger, M. Ch.-Ed. Guillaume présente ensuite une communication sur le **Bureau international des Poids et Mesures**, M. Guillaume fait l'historique de ce Bureau et décrit les méthodes de mesures employées, il donne les résultats très intéressants des études récentes faites au pavillon de Breteuil en particulier sur les alliages d'acier au nickel. A. S.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

381 110. — **Somerville.** — *Générateur à aimant permanent* (23 août 1907).

380 938. — **Lenner.** — *Soupapes automatiques électromagnétiques* (10 juin 1907).

380 954. — **Wappler et Fayer.** — *Système d'interrupteur pour circuits électriques* (29 juillet 1907).

381 029. — **Laird.** — *Commutateur horaire* (20 août 1907).

381 112. — **Berne.** — *Fixation des pièces métalliques dans les blocs de charbon employés en électricité* (23 août 1907).

381 031. — **The Westinghouse Metal Filament Lamp C°.** — *Connexion conductrice entre les filaments de lampe et les électros de prise de courant et procédé pour sa production* (20 août 1907).

381 295. — **Eisenstein.** — *Dispositif diminuant l'amortissement dans les circuits récepteurs pour la télégraphie et la téléphonie sans fil* (27 août 1907).

381 150. — **Szek.** — *Élément de pile* (16 juillet 1907).

381 160. — **Krotkoff.** — *Pile électrique* (24 juillet 1907).

381 182. — **Pellissier.** — *Machine électrique* (30 octobre 1906).

381 199. — **Mailloux.** — *Refroidisseur pour appareils électriques* (15 août 1907).

381 269 *et* 381 220. — **Société Schneider et C^ie^.** — *Collecteur redresseur de courants alternatifs* (31 octobre 1906).

381 345. — **Ruhmer.** — *Procédés et dispositifs pour la production de courants alternatifs* (29 août 1907).

381 364. — **Ellison.** — *Dispositif destiné à la protection des moteurs d'induction* (29 août 1907).

381 368. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Perfectionnements à la construction des indicateurs cylindriques dans les machines dynamo-électriques* (31 août 1907).

381 369. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques* (31 août 1907).

381 271. — **Raverot.** — *Trembleur électrique à court-circuit* (26 août 1907).

381 286. — **Heyland.** — *Transformateur de périodes pour courants polyphasés* (26 août 1907).

381 322. — **The Reason Manufacturing C° Limited.** — *Compteur d'électricité* (28 août 1907).

381 321. — **Pickard.** — *Détecteur ou récepteur de communications transmises par les ondes électromagnétiques* (28 août 1907).

381 238. — **Scott Electrical C^r^.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (24 août 1907).

381 317. — **Headland et Plutte.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à arc* (28 août 1907).

381 328. — **Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie.** — *Détecteur pour télégraphie sans fil* (5 septembre 1907).

381 379. — **Nicholls.** — *Trembleur pour appareil électrique* (29 mai 1907).

381 400. — **Rolland.** — *Relais à encliquetage de maintien* (29 août 1907).

381 475. — **Royer.** — *Protection par cuivrage galvanique de l'aluminium destiné aux usages électriques* (2 septembre 1907).

381 490. — **Pinot.** — *Transformateur direct de courant alternatif simple en courant continu* (9 novembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Est-Lumière. — Compagnie d'Électricité de l'Est-Parisien.** — La réunion annuelle des actionnaires de cette société s'est tenue le 5 novembre dernier, sous la présidence de M. Genty, président du conseil d'administration.

Parmi les renseignements fournis par le Conseil au sujet de la marche de l'affaire, il y a lieu de noter l'homologation par le préfet de la Seine des traités passés avec les communes de Fontenay-sous-Bois et de Bagnolet. Les traités passés avec les municipalités du Pré-Saint-Gervais et de Romainville sont actuellement soumis à l'approbation du Préfet.

Digitized by Google

Au point de vue technique, on a pu remarquer que, malgré l'importance des nouvelles installations effectuées à l'Usine Centrale, la direction, en raison des progrès de l'exploitation, a dû se préoccuper d'assurer à la Société l'énergie électrique qui lui sera nécessaire lorsque l'usine même sera arrivée à la limite de sa puissance. Un contrat a été passé, dans ce but, avec la Compagnie Générale de Distribution d'Énergie Électrique, dont la propre usine centrale se trouve construite à Vitry-sur-Seine en face même de l'Usine Est-Lumière,

Cette usine de Vitry-sur-Seine pourra développer progressivement une puissance de 75 000 poncelets. et le traité conclu avec la Compagnie de Distribution d'Énergie Électrique assure à la Société Est-Lumière la fourniture de tout le courant dont celle-ci aura besoin et dans des conditions que la puissante organisation de cette station centrale a permis de rendre avantageuses.

Ce traité contient également une clause de protection pour les intérêts commerciaux de l'Est-Lumière dans sa zone d'influence, laissant cette dernière société libre de porter tous ses efforts sur le développement commercial de son entreprise sans avoir la préoccupation de se voir gêner par une concurrence éventuelle ou même simplement par la limitation de ses moyens de production.

La Société de l'Est-Lumière a participé à la souscription du capital social de deux sociétés filiales : la Compagnie du Secteur Electrique de Villeneuve-Saint-Georges et Extensions et le Sud-Lumière. La première de ces sociétés desservira principalement Villeneuve-Saint-Georges et les communes de la vallée d'Yerres : Montgeron, Crosnes, Yerres et Brunoy.

Le Sud-Lumière, dont la zone est plus étendue, a pour centre Palaiseau et s'étend autour de cette ville dans un rayon de 25 kilomètres environ. Cette zone comprend notamment les vallées de la Bièvre, de Chevreuse, de l'Yvette, de l'Orge et de la Seine.

Un contrat passé avec ces deux sociétés filiales assure à l'Est-Lumière la fourniture du courant devant alimenter leurs réseaux.

En ce qui concerne l'exploitation, il y a lieu d'en faire ressortir la progression normale :

On voit, en effet, que le nombre des transformateurs installés sur les réseaux en service, au 30 juin 1907, était de 163, représentant 7672 kilowatts, soit, par rapport au 30 juin 1906, une augmentation de 19 transformateurs représentant 1890 kilowatts.

La situation, au 30 juin 1907, des canalisations tant primaires que secondaires en service s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| Canalisations primaires : | |
| Feeders souterrains | 84,8 km. |
| Câbles d'alimentation aériens | 1,9 |
| Total | 86,7 km. |
| Canalisations secondaires : | |
| Câbles de distribution souterrains | 21,8 km. |
| Câbles de distribution aériens | 417,4 |
| Total | 439,2 km. |

Comparativement à la situation du 30 juin 1906, la longueur totale des canalisations a augmenté de 49,9 km savoir :

| | |
|---|---|
| Feeders souterrains | 7,9 km. |
| Câbles de distribution souterrains | 3 |
| Câbles de distribution aériens | 39 |
| Total | 49,9 km. |

La clientèle des abonnés s'est particulièrement accrue d'une année à l'autre, En effet, le nombre total des polices en service au 30 juin 1907 se chiffrait par 10 437, représentant pour l'éclairage 132 000 lampes de 50 watts et pour la force motrice, 6700 kilowatts.

Ces chiffres comparés à ceux relevés au 30 juin 1906, accusent une augmentation de 2127 abonnés, représentant pour l'éclairage 25 000 lampes de 50 watts, et pour la force motrice 3100 kilowatts.

L'exploitation pendant l'exercice 1906-1907 a donné les résultats suivants :

| *Recettes.* | |
|---|---|
| Vente de courant | 1 786 623,50 fr. |
| Location d'appareils | 147 356,75 |
| Bénéfices sur ventes industrielles et diverses | 41 618,37 |
| Total | 1 975 798,62 fr. |
| *Dépenses.* | |
| Dépenses de la station centrale | 657 098,88 fr. |
| Dépenses centrales d'exploitation | 29 659,48 |
| Dépenses d'exploitation des secteurs | 260 004,50 |
| Frais généraux de la direction et de l'administration | 113 946 91 |
| Total | 1 060 689,77 fr. |
| Produit net de l'exploitation | 915 108,85 fr. |
| Coefficient d'exploitation (pour 100) | 53,7 |

A ce propos il n'est pas inutile de remarquer que, pour un accroissement sur les recettes d'exploitation de l'exercice 1905-1906 de 550 270 fr, les dépenses de l'exercice 1906-1907 ne se sont accrues que de 269 214 fr, ce qui donne pour le produit net de l'exploitation une augmentation de 211 056 fr.

La situation financière de la Société s'établit comme suit :

BILAN AU 30 JUIN 1907

| *Actif.* | |
|---|---|
| Usine centrale | 4 031 567,38 fr. |
| Réseaux | 6 141 283,57 |
| Feeders | 2 164 416,99 |
| Frais de constitution | 31 986,35 |
| Frais de premier établissement | 221 766,51 |
| Marchandises générales | 287 745,89 |
| Cautionnements aux communes | 62 250,00 |
| Titres et portefeuille | 67 500,00 |
| Caisses et banques | 619 530,43 |
| Débiteurs divers | 284 057,04 |
| Frais d'émission | 749 535,75 |
| Primes de remboursement | 376 950,00 |
| Entrepreneurs et constructeurs | 215 461,65 |
| Total | 15 253 891,56 fr. |
| *Passif.* | |
| Capital actions | 6 000 000,00 fr. |
| Réserve légale | 8 420,70 |
| Réserve générale pour amortissement | 650 000,00 |
| Capital obligations | 7 539 000,00 |
| Dépôt de garantie des abonnés | 86 795,15 |
| Créditeurs divers | 49 294,93 |
| Actions, coupon n° 1 | 2 112,49 |
| Obligations, coupons échus restant à payer | 168 844,69 |
| Obligations sorties à rembourser | 116 941,00 |
| Report des exercices antérieurs | 17 493,87 |
| Bénéfice de l'exercice 1906-1907 | 614 989,03 |
| Total | 15 253 891,56 fr. |

Sur l'invitation du Président les résolutions proposées par le Conseil furent adoptées. notamment la fixation du dividende à 5 fr par action, quitus de sa gestion à M. Brillouin, administrateur démissionnaire, nomination de MM. Alfred Hirsch, Dreyfus-Brodsky et Minvielle comme administrateurs, et de MM. André Alexandre et Arduin comme commissaires des comptes.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 075. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 387. 10 Février 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


## SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Exposition de Marseille. — Contrôle de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways. — Chemin de fer électrique de Paris à Saint-Germain. — Protection des lignes contre la foudre au Mexique. — Un nouveau barrage sur le Rhin. — Le chemin de fer de Lötschberg. — Utilisation de la vapeur d'échauffement. — Station d'essai des turbines hydrauliques. — L'installation hydro-électrique de la Blaschina. — Jauge pour le vide. 49

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Étranger :* Trani. Trieste. . . 52

CORRESPONDANCE. — Les dynamos à pôles auxiliaires. **L. Clerc.** — Curieuse économie. . . . . 52

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MISE A TERRE DU POINT NEUTRE DANS LES INSTALLATIONS TRIPHASÉES. **J. G.** . . . . . 53

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SUISSE. **A. Z.** . . . . . 55

UN MOTEUR SYNCHRONE A ACCROCHAGE FACILE POUR COMMUTATEURS TOURNANTS. **A. Soulier.** . . . . . 59

LES SALAIRES ET LE COUT DE LA VIE AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA. **P. O.** 60

RÉPÉTITEUR ÉLECTRIQUE DE SIGNAUX POUR LOCOMOTIVES. **A. S.** . . . 65

NOUVEAU PHOTOMÈTRE A SÉLÉNIUM. **A. B.** . . . . . 67

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 9 décembre* 1907. — Sur l'emploi des hydrocarbures lourds pour l'éclairage, par **M. Louis Denayrouze.** — Action d'un conducteur électrique incandescent sur les gaz qui l'entourent, par MM. **Couriot** et **Jean Meunier**. . . . . 69

*Séance du 16 décembre* 1907. — Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température, par MM. **E. Briner** et **Durand.** — Sur les spectres de flammes obtenus par voie électrique, par MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville.** — Au sujet de la possibilité d'établir le diagnostic de la mort réelle par la radiographie, par **M. Ch. Vaillant.** — Action du champ magnétique à haute fréquence sur le penicillium, par **M. Pierre Lesage.** . . . 69

BIBLIOGRAPHIE. — Production et utilisation des gaz pauvres, par P. MARCHIS. **H. Armagnat.** — Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues, par C. KINSBRUNNER. **H. Armagnat.** . . . . . 70

BREVETS D'INVENTION . . . . . 71

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblées générales :* Énergie électrique du Centre. . . . . 71


## INFORMATIONS

**Exposition de Marseille.** — MODIFICATIONS A LA CLASSIFICATION GÉNÉRALE. — Les Commissaires généraux ont décidé de créer un groupe 1 *bis* comprenant les classes suivantes :

A. Matériel servant à la production de l'énergie électrique ; turbines, chaudières, moteurs à gaz, etc., etc.; toutefois ces appareils ne seront pas mis en mouvement, sauf accords à intervenir.

B. Les expositions des Sociétés de transport et de distribution d'énergie électrique et Associations diverses.

Les groupes XVI et XVIII sont augmentés des classes suivantes :

GROUPE XVI. — *Classe* 82 *bis.* — Pièces, machines en fer, fonte, acier, bronze, aluminium et métaux divers; pièces détachées, etc., etc. — *Classe* 82 *ter.* — Courroies, câbles de transmission, etc., etc.

GROUPE XVIII. — *Classe* 87. — Industries diverses. — *Classe* 88. — Produits divers.

**Contrôle de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways.** — *Journal officiel*, 14 janvier 1908. — Nous avons publié l'arrêté ministériel instituant l'examen de capacité que doivent subir toutes les personnes affectées au contrôle des distributions d'électricité (voy. *L'Industrie électrique* du 25 janvier 1908).

Un arrêté du 13 janvier 1908 établit un examen semblable pour le contrôle de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et des tramways.

Le programme de l'examen comprend, en plus des questions d'électricité, qui sont identiquement les mêmes que celles de l'examen des agents de contrôle de l'électricité, des questions techniques et administratives sur les chemins de fer et tramways. Le programme relatif à cette partie est le suivant :

« 2° *Chemins de fer et tramways.* — Généralités : évaluation du trafic probable; conditions générales d'établissement de la voie; notions sur la traction des trains; influence de la position des déclivités; résistance des courbes à la traction; limite des rayons admissibles; alignements droits entre les courbes; raccordement des paliers, des pentes et rampes; établissement des tramways sur routes; passages à niveau avec mai-



Digitized by Google

sons de garde, avec barrières manœuvrées à distance; passages à niveau libres; passages inférieurs; passages supérieurs; épreuves réglementaires et entretien des ouvrages.

« Voie : éléments et pose des diverses voies employées pour les chemins de fer et les tramways; connexion électrique des rails; changements de voies simples et doubles; traversées, traversées-jonctions, plaques tournantes, chariots roulants, taquets et blocs d'arrêt, voie en courbe, surhaussement, surécartement, bifurcations, raccordements.

« Organisation générale d'une gare : voies principales, voies de service, trottoirs, quais, passages souterrains et passerelles, bâtiments des voyageurs, halles aux marchandises, remises à machines, alimentation d'eau, grue hydraulique.

« Matériel roulant : divers types de locomotives et de tenders, locomotives électriques, voitures à vapeur pour chemins de fer et tramways, traction à air comprimé, voitures à voyageurs, appareils d'éclairage et de chauffage, systèmes d'intercommunication. Wagons à marchandises, essieux, roues, bandages, châssis, bogies, suspensions, boîtes à graisse, plaques de garde, barres d'attelage, chaînes de sûreté, tampons, ressorts de choc et de traction, freins, automaticité des freins, freins électriques, indicateurs et enregistreurs de vitesse. Emploi des dynamomètres pour la mesure des efforts développés par une locomotive ou une automotrice.

« Exploitation technique : code des signaux; signaux de la voie; signaux mobiles; signaux détonants. Signaux des trains et des machines. Principes et but des enclenchements. Circulation à double voie; circulation à voie unique; circulation temporaire à voie unique sur une ligne à double voie. Cantonnement ou block-system; cloches électriques; bâton pilote. Différentes sortes de trains. Tableaux graphiques de la marche des trains. Systèmes d'exploitation adoptés pour les chemins de fer d'intérêt local et les tramways.

« Lois des 11 juin 1842, 15 juillet 1855 et 11 juin 1880. Instructions et réglements pris pour leur exécution. Régime des voies des quais. Conventions de 1883. Cahiers des charges types pour les diverses concessions. Garanties d'intérêt. Subventions. Partage des bénéfices.

« Réglementation de la durée du travail des agents des chemins de fer. Caisse de retraites des agents.

« Application de la loi du 13 juillet 1906.

« Prescriptions relatives aux accidents.

« Notions d'exploitation commerciale. — Diverses formes de tarifs.

« Réglementation spéciale du transport des matières dangereuses et infectes et des bestiaux. Dispositions réglementaires relatives à l'hygiène, la propreté et la désinfection des voitures et des installations des gares. »

L'article 10 prévoie les dispenses du concours :

« *Art.* 10. — Sont dispensés des épreuves prévues aux articles précédents :

« 1° Les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, ainsi que les agents qui en remplissent les fonctions, en vertu d'arrêtés du Ministre des travaux publics; les inspecteurs de l'exploitation commerciale des chemins de fer;

« 2° Les conducteurs des ponts et chaussées admis à la suite du concours réglementé par le décret et l'arrêté du 18 juillet 1907;

« 3° Les contrôleurs des mines admis à la suite du concours réglementé par le décret et l'arrêté du 14 février 1907;

« 4° Les commissaires de surveillance administrative des chemins de fer admis à la suite du concours réglementé par le décret et l'arrêté du 10 décembre 1906;

« 5° Les anciens élèves diplômés :

« De l'École nationale des ponts et chaussées;

« De l'École nationale supérieure des mines;

« De l'École centrale des arts et manufactures;

« De l'École des mines de Saint-Étienne.

« 6° Les fonctionnaires de l'État, des départements et des communes étant actuellement, ou ayant été attachés, pendant deux années au moins, à un service de construction ou de contrôle d'exploitation des chemins de fer d'intérêt général, d'intérêt local ou de tramways. »

**Chemin de fer électrique de Paris à Saint-Germain.** — Depuis longtemps déjà un projet de chemin de fer électrique à établir entre Paris et Saint-Germain a été déposé par M. Francq, la réalisation de ce projet est subordonnée à la construction d'une route de 50 m de largeur, comprenant : chaussées pour le roulage ordinaire, trottoirs pour piétons, pistes pour cavaliers et cyclistes, pistes pour automobiles et enfin deux voies de chemin de fer électrique.

Le conseil municipal de Paris a voté une somme de 1 250 000 fr pour la contribution du département aux frais de construction de la route, mais il a été bien entendu que la question du chemin de fer électrique serait réservée jusqu'au moment où le concessionnaire présenterait un projet complet pour ce chemin de fer. A. Z.

**Protection de lignes contre la foudre au Mexique.** — Une importante transmission d'énergie installée dans les États de Michoacan et Ganajuato, au Mexique, était le siège, pendant les périodes orageuses de 1904 et 1905, de violentes perturbations; mais, grâce à un système de protection assez simple, dont nous allons dire quelques mots, les effets de la foudre ont pu être considérablement atténués.

Il faut dire que la ligne est supportée par des pylones en acier de 12 m environ de hauteur, permettant de grandes portées. Ces pylones reçoivent 3 fils, l'un reposant sur un isolateur fixé au sommet, les deux autres sur des isolateurs fixés à un bras métallique horizontal. La distance des fils entre eux est sensiblement de 1,2 m. La tension entre fils est de 60 000 volts et la longueur totale de la ligne atteint 160 km.

Pendant la saison orageuse de 1904, la première année de la mise en service, les troubles occasionnés furent considérables; les isolateurs, particulièrement ceux terminant les poteaux métalliques, furent presque tous frappés par la foudre et percés; aussi, dès l'hiver suivant, on se décida à terminer les poteaux par une paire de tiges métalliques, faisant un angle de 30° avec la verticale et reliées électriquement au sol.

Après cette première modification, les perturbations constatées l'été suivant furent moindres, mais sans avoir disparu toutefois. On remarqua que les isolateurs ainsi protégés n'étaient que rarement atteints, mais, par contre, les parties de ligne situées entre deux poteaux étaient souvent frappées.

Dans le but d'améliorer la protection, une nouvelle expérience fut tentée sur une partie de la ligne : un câble d'acier relié à la terre fut tendu d'un poteau à l'autre, juste au-dessus du plus élevé des fils de ligne. On constata, pendant la saison orageuse de 1906 qui suivit cette installation, une amélioration sensible. En examinant la ligne attentivement, on remarqua que la section qui n'avait pas de câble protecteur, mais simplement des tiges sur ses poteaux, avait été la plus éprouvée. Cette expérience, d'après *The Electrician* du 1er novembre, amène aux conclusions suivantes :

1° On doit, autant que possible, éviter de placer les isolateurs d'une ligne aérienne sur le trajet direct probable d'une décharge atmosphérique; on devra donc les mettre plutôt sur le côté que sur le prolongement d'un poteau métallique; 2° un câble relié à la terre et tendu au-dessus des lignes de transmission, constitue une excellente protection contre les décharges directes de la foudre, et garantit mieux que des tiges métalliques reliées au sol que l'on pourrait placer sur les poteaux. A. S.

**Un nouveau barrage sur le Rhin.** — Les gouvernements suisse et badois viennent de se mettre d'accord pour la con-

Digitized by Google

struction d'un barrage sur le Rhin, entre Rheinfelden et Bâle, près du village d'Augst (l'Augusta Raurakorum, qui, du temps de la domination romaine, comptait 30 000 habitants). Sur chacune des rives, l'on construira une usine de 13 000 kw environ; celle située sur la rive gauche, en Suisse, desservira la ville de Bâle pour la lumière et l'énergie motrice, et, dans le grand-duché de Bade, on installera des usines électrochimiques. F. L.

**Le chemin de fer du Lötschberg.** — *Electrotechnick und Maschinenbau*, 26 octobre 1907. — M. S. Herzog donne les renseignements suivants sur cette ligne, prolongation de celle du Simplon, qui sera, comme il le dit, la première en Europe où, dès la construction, on aura prévu la traction électrique. Ce mode de traction offre, en effet, des avantages au point de vue de l'exploitation. Comme cette ligne sera un trait d'union pour le trafic international, les trains doivent avoir la même composition que sur les autres lignes; les trains rapides devront avoir un poids total de 500 tonnes, et ceux de marchandises de 600 tonnes; la construction de locomotives électriques suffisamment puissantes, n'offre actuellement aucune difficulté.

L'énergie nécessaire à la traction sera fournie, du côté nord, conjointement par les usines de la Kander et de Hagneck, et, du côté sud, par l'usine de la Lonza. Le traité avec les usines réunies de la Kander et de Hagneck, prévoit la fourniture d'une puissance de :

| | | |
|---|---|---|
| 500 kw la première | année, avec un prix annuel de . . | 101 266 fr. |
| 700 kw la deuxième | — . . | 253 166 |
| 1100 kw la troisième | — . . | 379 747 |
| 1840 kw la quatrième | — . . | 652 911 |
| 1840 kw la cinquième | — . . | 652 911 |

Des calculs comparatifs ont montré que, pour la rampe de 27 pour 1000 à établir, à partir d'un certain trafic, les dépenses pour la traction électrique serait moins élevées que celles de la traction à vapeur, malgré les intérêts et l'amortissement des installations pour le transport de l'énergie électrique. D'après les experts, qui ont calculé le trafic, en prenant pour base les statistiques de 1902, trafic qui s'élèverait à 277 000 voyageurs et 500 000 tonnes de marchandises, celui-ci serait supérieur au trafic limité pour lequel il y aurait égalité des frais de traction, de sorte que, si l'on tient compte du développement général du trafic, la traction électrique est tout indiquée, malgré les dépenses de première installation plus considérables. A cet avantage, il faut ajouter les suivants qui, il est vrai, ne peuvent être traduits par des chiffres, le fait qu'une locomotive électrique est toujours prête à partir, et que l'on n'a pas de fumée dans les nombreux tunnels.

La ligne part de Frülingen à 782 m au-dessus de la mer, a son point culminant à 1245,27 m dans le tunnel principal, et arrive à la station de Brigue, de la ligne du Simplon (681 m).

Les inclinaisons maxima sont de 27 pour 1000; l'inclinaison moyenne du côté nord est de 21 pour 1000, et de 21,2 du côté sud. Le tunnel principal aura une longueur de 15 735 m; il a été prévu pour une voie; mais on demande actuellement un crédit à la Confédération pour le construire à double voie; d'après le contrat avec l'entreprise générale, les frais pour la construction à double voie s'élèveraient à 50 millions de fr, c'est-à-dire à 15 millions de plus que pour la voie unique. F. L.

**Utilisation de la vapeur d'échappement.** — *American Institute of Electrical Engineers*, janvier 1908, p. 35. — M. Henry H. Wait décrit une installation en service à la *Wisconsin Steel C°* à Chicago. La vapeur passe d'abord dans une machine à deux cylindres qui commande des laminoirs. Le travail de cette machine à vapeur est nécessairement très irrégulier, il y a de fréquents arrêts causés par les renversements de marche et les manipulations, de telle sorte que l'utilisation directe de la vapeur est assez peu économique.

La vapeur, après avoir agi dans la machine à deux cylindres, passe dans un régénérateur ou accumulateur, et de là dans une turbine Rateau à basse pression conduisant deux dynamos de 250 kw chacune.

Le fonctionnement du régénérateur est connu : la vapeur d'échappement arrive dans des tubes perforés d'un grand nombre de petits trous, et comme ces tubes sont plongés dans l'eau d'un grand réservoir fermé, la vapeur divisée en jets nombreux traverse l'eau et lui cède sa chaleur. Une partie de la vapeur se condense en traversant l'eau et le reste va à la turbine. Si la machine à vapeur s'arrête, il n'y a plus de vapeur d'échappement, mais alors l'appel de la turbine abaisse légèrement la pression dans le régénérateur et l'eau bout à une pression inférieure à la pression atmosphérique. Le régénérateur joue le rôle d'un régulateur.

Dans l'installation de Chicago, le régénérateur a des dimensions assez considérables; il se compose d'un réservoir cylindrique horizontal, de 6 m environ de longueur, divisé en deux parties munies chacune d'un système de tubes. Une valve de secours permet de fournir directement au régénérateur de la vapeur prise à la chaudière, quand, par suite d'un arrêt prolongé de la machine, la vapeur d'échappement fait défaut.

L'emploi de cette installation a permis de supprimer les deux machines à vapeur de 250 kw qui précédemment servaient à l'éclairage. A. Z.

**Station d'essai des turbines hydrauliques.** — *La Houille blanche*, octobre 1907. — L'assemblée générale de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de l'Électrométallurgie, de l'Électrochimie et des industries qui s'y rattachent, tenue à Clermont-Ferrand, en juillet dernier, a adopté la résolution suivante :

« L'assemblée, considérant l'intérêt qu'il y a pour les industries des forces motrices hydrauliques à ce qu'une station d'essai des turbines soit créée, et considérant que les conditions nécessaires à la création de cette station se trouvent précisément réunies à Grenoble, émet le vœu qu'un laboratoire hydraulique d'essais de turbines soit créé auprès de l'Institut électrotechnique de Grenoble, et décide qu'une démarche, dans ce but, sera faite auprès de la Chambre de commerce de Grenoble et auprès des pouvoirs publics. »

Le laboratoire serait établi dans les terrains mis à la disposition de l'Institut électrotechnique de Grenoble, dont le directeur est M. Barbillion.

En réponse à une lettre du président du syndicat, la Chambre de commerce de Grenoble a adopté une résolution approuvant ce projet. F. L.

**L'installation hydro-électrique de la Blaschina.** — La Société « Motor », de Baden, en Suisse, installe cette chute du Tessin. La quantité d'eau varie de 7,8 m³ à 11,8 m³ par seconde, et la régulation est obtenue au moyen d'un réservoir de 50 millions de mètres cubes; la puissance utilisable varie de 15 000 à 25 000 kw. Un tunnel de 9 m² de section et d'une longueur de 8 km, amènera l'eau à Bodio, où sera établie la centrale; celle-ci renfermera des turbines ayant chacune une puissance de 4500 kw. L'énergie électrique nécessaire pendant les travaux sera fournie par une usine provisoire établie sur le Ticinetto. F. L.

**Jauge pour le vide.** — M. G. Berndt, de l'Université de Halle, a fait breveter une nouvelle disposition de jauge pour mesurer le vide dans les ampoules, lampes à incandescence, et dans tous les cas où la pression gazeuse est extrêmement réduite.

Quand un fil chauffé se trouve dans une enceinte fermée,

Digitized by Google

il perd sa chaleur par rayonnement et par convection et cette dernière cause diminue évidemment à mesure que la pression du gaz diminue. Donc, si un fil métallique, parcouru par un courant constant, se trouve placé dans une telle enceinte, sa température s'élève à mesure que le vide augmente et si le fil est tendu horizontalement, entre deux points fixes, sa flèche donne une mesure du vide atteint.

Pratiquement, M. Berndt a réalisé l'expérience avec un fil d'argent, de 0,27 mm de diamètre et 16 cm de longueur, fixé dans un tube de verre et relié à des électrodes en platine destinées à amener le courant. Le fil est chargé au milieu par un petit disque de cuivre ou d'aluminium qui passe entre les pôles d'un aimant afin de produire l'amortissement des oscillations. Un microscope avec micromètre est pointé au milieu du fil et permet de mesurer sa flèche. A la pression atmosphérique, la flèche accusée par le fil, sous l'action d'un courant de 0,5 ampère était de 0,05 mm et atteignait 0,94 mm quand un tube de Geissler, relié à la jauge, était rempli d'une intense lumière verte (vide des tubes de Roentgen). Les conditions d'expérience n'étaient probablement pas les meilleures et cependant les résultats sont déjà intéressants pour les mesures rapides de raréfaction. A. Z.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### ÉTRANGER

**Trani (Italie).** — *Station centrale.* — Nous apprenons qu'il vient de se fonder à Rome une Société au capital de 20 millions de francs, sous le titre de Syndicat pour la traction et l'éclairage électrique de Puglia.

On doit commencer par l'édification d'une station centrale de 20 000 kw.

**Trieste (Italie).** — *Formation de Société.* — Sous le nom de « Cyprian Mining C° Limited », une Société anonyme s'est constituée à Trieste, pour exploiter les gisements d'amiante de l'île de Chypre, principalement ceux de Trodos.

Cette Compagnie pense pouvoir produire l'année prochaine un millier de tonnes d'amiante pur.

## CORRESPONDANCE

### Dynamos à pôles auxiliaires.

Monsieur le Rédacteur en chef,

La lettre de M. Picou publiée dans votre numéro du 10 janvier 1908 établit nettement la part qui lui revient dans le progrès considérable que réalisent les pôles auxiliaires.

Toutefois, à la fin de sa lettre, M. Picou dit que les ingénieurs du secteur ne se sont pas intéressés à la question, en 1889. Je dois vous dire qu'elle ne leur a pas été soumise, tant les deux services de la Compagnie Edison étaient peu en rapport.

La Compagnie Edison avait imposé aux fondateurs du secteur l'obligation d'employer les dynamos construites à Ivry, et comme ces dynamos ont donné satisfaction, nous n'avons eu aucunement à intervenir dans la question de la construction.

Restés sans emploi industriel pendant de longues années, les pôles auxiliaires n'ont pris le développement qu'ils méritaient qu'après la construction par le Creusot des survolteurs-dévolteurs de nos batteries installés en 1903.

Notre traité de commande des survolteurs porte la phrase suivante :

« Le calage des balais sera invariable depuis la charge de batterie à 700 A jusqu'à la décharge de 2000 A, et on ne devra pas avoir d'étincelles nuisibles, quel que soit le régime intermédiaire.

« A cet effet, l'emploi de pôles auxiliaires est recommandé. »

Le résultat a été tel que l'emploi des pôles auxiliaires dans ces dernières années a été considérable, et qu'on voit des locomotives électriques à courant continu de 1000 V et aussi de 2000 V.

La présente lettre nous permet, vous le voyez, d'affirmer l'intérêt que nous avons porté aux pôles auxiliaires.

Veuillez agréer, etc.

*Le Chef de l'exploitation du secteur Edison,*
L. Clerc.

### Curieuse économie.

Nous recevons la lettre ci-dessous que nous reproduisons *in extenso*, en regrettant que l'on ait inséré sans la contrôler cette information d'un mauvais plaisant.

Monsieur le Directeur-Gérant du journal *L'Industrie Électrique*,

Plusieurs journaux citent un article de *L'Industrie Électrique* intitulé *Curieuse Économie*, article que nous reproduisons ci-après :

« En visitant les papeteries de Lancey, le berceau de la houille blanche, fondées par Aristide Bergès, et où est également installée l'usine d'éclairage de la vallée du Grésivaudan, nous avons été étonné de voir en mouvement toutes les transmissions, un jour de fête où les ouvriers ne travaillaient pas, et pendant le non-fonctionnement de l'usine électrique, qui n'est mise en marche qu'à la tombée du jour.

« L'explication qui nous a été donnée est qu'il y a économie dans la fabrique, actionnée par les moteurs hydrauliques, à faire tourner tout le temps la transmission, les frais de graissage et de surveillance étant moins élevés que les réparations nécessitées par la dégradation des courroies par les rats, lorsque les transmissions sont arrêtées. »

L'enquête à laquelle nous nous sommes livrés ne nous a pas permis de savoir de quelle personne votre correspondant tenait un renseignement aussi fantaisiste.

Les usines de Lancey ne sont pas plus exemptes de rats que les autres usines, mais ces rats ont toujours respecté les courroies des transmissions arrêtées; nous n'avons même jamais constaté qu'ils se soient attaqués au stock de courroie que nous tenons en magasin, et cependant notre magasin de courroies abrite certainement, toutes proportions gardées, autant de ces rongeurs que toute autre partie de l'usine.

Nous n'avons donc jamais pensé à préserver, par une marche continue de nos transmissions, les courroies en service, et nous laissons bien volontiers ces transmissions au repos lorsqu'elles n'ont à actionner aucune machine ni aucun outil.

Nous espérons qu'on ne nous taxera pas d'indulgence pour ces animaux si nous vous invitons à faire paraître, dans votre plus prochain numéro, la présente lettre destinée à rectifier une communication évidemment non dépourvue de curiosité, puisqu'elle a intéressé la plupart des grands journaux parisiens, mais dépourvue d'authenticité, fort heureusement pour nous.

Veuillez agréer, monsieur le Directeur-Gérant, etc.

*Société des usines Bergès.*
Le Directeur,
*(Illisible.)*

Digitized by Google

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MISE A TERRE DU POINT NEUTRE DANS LES INSTALLATIONS TRIPHASÉES

Doit-on, pour augmenter la sécurité d'exploitation d'une installation triphasée, mettre le point neutre à la terre?

Certainement, disent les uns : c'est le meilleur moyen de limiter la valeur des surtensions entre l'un quelconque des conducteurs et la terre, de supprimer les ruptures d'isolant qui en résultent, et les inductions statiques anormales sur les circuits voisins; cela permet d'utiliser la terre comme conducteur de retour, quand les trois phases ne sont plus équilibrées; enfin, si l'une des phases est mise accidentellement à la terre, il se produit un court-circuit qui déclenche le disjoncteur correspondant.

Le défaut se trouve à la fois révélé et éliminé.

Mettre le point neutre à la terre, s'écrient les autres, gardez-vous-en bien.

Si vous le laissez isolé, vous aurez le temps de réparer une terre survenant à l'une des phases avant qu'elle ait pu se transformer en court-circuit. Au cas contraire, une terre sur une phase, c'est le court-circuit immédiat sur les barres de départ, ce sont les disjoncteurs brûlés, les moteurs synchrones décrochés, c'est toute votre installation mise hors service pour un temps plus ou moins long.

Cet échange d'affirmations contraires peut se perpétuer indéfiniment.

Le moindre grain de mil, tiré de la simple observation des phénomènes en cours d'exploitation, ferait bien mieux notre affaire.

Malheureusement, les exploitants français sont avares de renseignements. Nous avons appris, il est vrai, il y a quelques années, que, dans un important réseau des bords de la Méditerranée, la mise à la terre du point neutre avait coupé court à une fâcheuse série d'accidents.

Mais de telles confidences sont rares, sans que l'utilité de tant de mystère apparaisse bien clairement.

Par bonheur, les étrangers se montrent moins discrets. Ainsi, nous trouvons dans le numéro 19 de l'*Electrical Review*, de New-York, le résumé d'une discussion de l'A. I. E. E., au cours de laquelle les deux thèses contraires ont été appuyées par la relation de faits positifs.

M. Lincoln exposa d'abord les avantages et les inconvénients de la mise à la terre du point neutre et conclut que la solution est pure question d'espèce.

Il rappela en outre que, si l'on intercale une résistance entre le point neutre et la terre, la valeur de cette résistance doit être assez grande pour empêcher la destruction des disjoncteurs et le décrochage des moteurs, tout en permettant le fonctionnement du disjoncteur le plus puissant de l'installation.

M. Clark indiqua ensuite les solutions adoptées dans une installation de ligne aérienne à haute tension à laquelle il avait collaboré. Cette installation, fonctionnant sous 11000 volts à 25 p:s, est protégée par des limiteurs à faible intervalle équivalent, par des disjoncteurs et par un régulateur particulier d'excitation. De plus, le point neutre est mis à la terre, à travers un disjoncteur et une résistance à grille, par une plaque de terre plongée dans un sol humecté d'eau salée.

La valeur de la résistance (6,7 ohms) suffit pour laisser passer, en cas de court-circuit traversant le point neutre, une intensité de 1000 ampères sans que sa température dépasse 500°.

Cette intensité est mesurée par un ampèremètre fixé au tableau.

Une lampe témoin s'allume lorsqu'il passe au moins 50 ampères dans la résistance et ne s'éteint que par l'ouverture d'un circuit auxiliaire.

On a cherché à donner à la résistance une valeur telle que les disjoncteurs fonctionnent sûrement en cas de court-circuit.

L'expérience a prouvé que la mise à la terre du point neutre est essentielle et que les divers dispositifs de protection fonctionnent en général d'une manière satisfaisante,

Cependant M. Clark raconte l'histoire d'une petite chaloupe gréée de fer qui dévalait au fil de l'eau dans le voisinage de la ligne de transmission et vint établir une terre sur l'une des phases. L'intensité du courant de terre atteignit 400 ampères, brûla une chaîne d'ancre et porta la résistance de terre au rouge cerise, mais les disjoncteurs ne déclenchèrent que trois minutes après, lorsque, le bateau continuant à se déplacer, un autre câble de fer vint au contact d'une phase différente, ce qui détermina un court-circuit franc.

Au moment du premier contact, le potentiel du point neutre avait passé de zéro à 2700 volts, et celui des deux fils de ligne restés isolés à 9000 volts. L'état électrostatique de la ligne s'était donc beaucoup rapproché de ce qu'il aurait été dans une installation à point neutre isolé.

Or, si la grille de 6,7 ohms avait été supprimée, la chute inductive de 1000 volts environ, combinée avec la seule résistance de la prise de terre, aurait laissé passer plus de 650 ampères, intensité suffisante pour déclencher, en moins d'une seconde, le disjoncteur le plus voisin.

La résistance avait donc joué en définitive un rôle néfaste. Pendant deux années, il y eut plus de 70 courts-circuits, 25 d'entre eux amenèrent l'arrêt de sous-stations et 6, l'arrêt de la station centrale. La moitié à peu près de ces courts-circuits dérivaient d'une terre.

Il y eut en outre 10 terres, dont 8 furent éliminées grâce à la mise à la terre du neutre.

Il paraît résulter de ces renseignements que, sur cette transmission aérienne, la mise à la terre par résistance amène plus de courts-circuits dangereux qu'elle n'élimine de terres.



Digitized by Google

D'autre part, M. Rhodes rapporta que, à l'*Interborough Rapid Transit* de New-York, la mise du neutre à la terre est faite par l'intermédiaire d'une résistance supérieure à 6 ohms et de 0,5 ohm de réactance, valeur négligeable devant la réactance de l'alternateur.

On a ainsi réduit, sinon le nombre des brûlures de câbles, du moins celui des accidents de répercussion.

M. Clark répliqua que, dans ce cas, la seule inductance du système doit limiter à une valeur inoffensive l'intensité des courts-circuits, en sorte que la résistance ajoutée dans le circuit de terre ne sert qu'à empêcher le fonctionnement des disjoncteurs.

A l'*Interborough C°*, les alternateurs donnent directement sur la ligne le courant à haute tension, sans interposition de transformateurs. On a reconnu que, dans ce cas, un seul des alternateurs devait avoir son point neutre à la terre : autrement, si les alternateurs ou les machines motrices ne sont pas équilibrées, il se produit des courants de circulation qui surchargent les alternateurs.

M. Stone a cité, à ce propos, le cas d'une distribution d'éclairage mise à la terre en plusieurs points et dans laquelle le démarrage de tramways voisins détermine d'importantes fluctuations de lumière, la terre du neutre offrant aux courants de retour une moindre résistance que les rails.

En confirmation de cette opinion, M. Shaw, dans *Electrical Review* de Londres du 18 décembre 1907, rapporte un cas où deux alternateurs de 3000 kw alimentaient des moteurs à 6000 volts. Les points neutres des alternateurs comme ceux des moteurs étaient mis à la terre. Le courant dans le circuit de terre atteignait 250 ampères. Dans un autre cas où deux alternateurs de 1500 kw et 5000 kw respectivement, à 6600 volts, avaient le point neutre à la terre, ceux des moteurs étant isolés, le courant du circuit de terre était encore de 50 ampères. Il en conclut qu'il faut isoler tous les points neutres à l'exception d'un seul, et décrit un appareil permettant de mettre à volonté un quelconque des points neutres.

Dans la discussion à l'A. I. E. E., on cita encore la Compagnie Edison de Chicago, qui exploite un réseau triphasé partie souterrain, partie aérien, de 1500 km de développement total, subdivisé en diverses parties fonctionnant respectivement à 4000, 9000 et 20 000 volts.

Dans chacun des réseaux partiels, le neutre est mis à la terre avec ou sans résistance.

Il n'y a pas eu de câbles brûlés dans la transmission à 4000 volts, 60 périodes. Le nombre des transformateurs brûlés, au cours des deux dernières années, par toutes espèces de causes, surtensions, surintensités, défauts d'appareillage, a été respectivement de 1,4 et 1,2 pour 100 du nombre total des appareils en service.

Le réseau partiel à 9000 volts et 25 périodes n'est employé que pour l'alimentation de sous-stations comprenant des convertisseurs rotatifs et des moteurs synchrones.

Le point neutre de ce réseau fut soigneusement relié à la terre en mai 1902, en même temps que l'on mettait en service les générateurs à 9000 volts. Depuis, il n'y a eu que quatre accidents sérieux en relation avec la mise à la terre du neutre.

Notamment, pendant les trois dernières années, le nombre des accidents de câbles ne s'est élevé qu'à 1,5 par 100 km et par an.

Des recherches faites à l'oscillographe et à l'aide d'éclateurs montés en divers points de l'installation n'ont pas donné de résultats bien précis.

Toutefois, les résultats obtenus, rapprochés des observations faites en cours d'exploitation, portent les ingénieurs à penser que la mise à la terre du neutre est préférable.

L'expérience est encore de trop courte durée pour que l'on puisse dire si l'addition d'une résistance au circuit de terre en augmente l'efficacité.

La Compagnie Edison de New-York donne un autre son de cloche. L'expérience n'a pas démontré jusqu'à présent aux ingénieurs la nécessité ni même l'utilité de la mise à la terre du neutre sur les distributions à 6600 et 11 000 volts. Ce renseignement n'a évidemment qu'une valeur négative, en l'absence de toute observation d'accident.

Une importante distribution fut encore citée, dans laquelle le point neutre est mis à la terre par l'intermédiaire d'une résistance. Elle comprend une station centrale de 20 000 kw et trois sous-stations. L'énergie est transmise sous forme triphasée à 11 000 volts et 25 périodes.

Tous les points neutres sont reliés à une même barre au travers de résistances commandées par des interrupteurs à couteau. La plaque de terre est en cuivre, plongée dans un sol humecté d'eau salée. Les résistances sont des grilles de fonte portées sur charpentes en fer et isolateurs en porcelaine. Elles sont renfermées dans des compartiments en briques ventilés.

Leur valeur est de 19 ohms; elles laissent donc passer chacune environ 330 ampères sous 6300 volts. Deux à quatre de ces résistances sont montées en parallèle.

Si l'on peut tirer une conclusion des faits énoncés dans cette discussion, c'est que la mise à la terre du neutre paraît, dans la pratique, plus souvent utile que nuisible et que la valeur à donner à la résistance de terre doit être soigneusement étudiée dans chaque cas particulier, pour permettre, sans excès d'intensité, le fonctionnement des disjoncteurs; enfin, qu'il semble préférable de faire, dans un réseau, une seule mise à la terre.

Voici maintenant les conclusions, d'apparence un peu sibylline, que M. Steinmetz a données à cette discussion.

1° Le neutre d'un système triphasé ne doit pas être mis à la terre quand cela n'est pas nécessaire.

2° Il doit l'être, quand les conditions de l'installation sont telles que le système ne peut fonctionner d'une manière satisfaisante sans être équilibré électrostatiquement.

3° Partout où il n'est pas nécessaire d'avoir plus d'une

Digitized by Google

terre sur l'installation, il est préférable de n'en établir qu'une seule.

4° Quand il n'est pas sûr d'employer une terre sans résistance, il faut mettre une résistance.

Enfin, dans le cas où l'on hésite sur le parti à prendre, il est généralement plus sûr de se diriger en sens inverse du courant d'opinion établi. Car personne n'est jamais certain de conserver en ce cas l'indépendance absolue de son jugement, et si l'on trouve des avantages égaux dans les deux sens, c'est que l'on favorise inconsciemment la solution que préfère l'opinion commune. Il faut donc réagir contre celle-ci. J. G.

---

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

DES

# INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

DE LA SUISSE (1)

I. Les chutes d'eau. — *Considérations générales.* — Lorsqu'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les travaux d'aménagement d'un grand nombre de chutes d'eau, il semble que les chutes de même nature comportent, toutes proportions gardées, des travaux d'organisation du même genre.

Dans l'aménagement de toutes les chutes ou de tous les cours d'eau, un barrage élève les plans d'eau à une altitude sensiblement constante et dérive les eaux dans un canal ou bassin de décantation, où les impuretés se déposent en partie; des vannes ouvrent à ces eaux l'entrée du canal d'amenée: ce canal, à très faible pente, aboutit à la chambre de mise en charge où se fait une dernière décantation; c'est de cette chambre que partent les conduites forcées qui alimentent les turbines.

La transformation de l'énergie de la chute en énergie électrique est opérée par les groupes électrogènes de l'usine hydro-électrique; les eaux rejoignent le bief d'aval par le canal de fuite.

Si la chute a une faible hauteur, mais un grand débit, l'usine est à l'extrémité du canal d'amenée; les conduites forcées n'existent pas. S'il s'agit de la régularisation du niveau d'un lac, l'aménagement hydraulique consiste à obstruer, jusqu'à un niveau déterminé des déversoirs naturels et des exutoires invisibles, et à organiser une conduite industrielle débouchant dans le lac à un niveau convenable.

Cette conduite doit amener, suivant les bassins, l'eau ainsi captée aux turbines. Elle utilise jusqu'à un niveau inférieur fixe la réserve du lac en régularisant, en outre, par son débit, le niveau supérieur.

La décantation se fait dans le lac même; les besoins de décantation et la chambre de mise en charge sont sans utilité dans ce cas.

Cependant, quand on examine de plus près le fonctionnement des installations hydro-électriques, on s'aperçoit vite qu'il existe des différences entre elles.

Dans certaines installations, on constate que les bassins de décantation sont presque *comblés* par les graviers, et on apprend que les turbines ont une *durée* relativement faible; ou bien c'est la *gelée* qui occasionne des interruptions de service, ou encore ce sont les *coups de bélier* qui compromettent la solidité des conduites,

Dans d'autres stations, généralement d'installation récente, au contraire, on constate que le service n'est jamais gêné par des incidents de cette nature, et l'on recueille le maximum d'énergie que la source est susceptible de fournir.

En recherchant les causes de ces différences de fonctionnement, on s'aperçoit que, dans les premières installations, les bassins de décantation ne permettent pas une évacuation facile des dépôts, ou même que leur trop faible étendue ne permet pas d'obtenir une décantation efficace des eaux utilisées; que les ouvertures des vannes de prise d'eau sont trop rapprochées du niveau de l'eau dans le bassin et que, par suite, celles-ci sont mal protégées contre la gelée; enfin, que les dispositifs employés pour atténuer les coups de bélier sont insuffisants.

On est amené à conclure qu'il existe un *aménagement rationnel* des chutes, et que cet aménagement comporte un grand nombre de variantes suivant la pureté des eaux, la nature plus ou moins torrentueuse du cours d'eau et la consistance des terrains qu'il traverse et qu'il désagrège; suivant son régime, la régularité du service de la station; suivant, enfin, des circonstances particulières spéciales à chacun des cas.

Dans l'étude qui va suivre, nous prendrons comme type l'aménagement d'une chute comportant l'usage de conduites forcées, c'est-à-dire ayant une hauteur assez grande et un débit peu important, et nous signalerons, à l'occasion de chaque partie de cet aménagement type, les différences d'organisation existant dans le cas de ces chutes, qui sont de beaucoup les plus nombreuses.

*Chutes de moyenne hauteur.* — 1° *Prise d'eau.* — La prise d'eau n'est pas organisée tout à fait de la même façon suivant qu'il s'agit de l'aménagement d'un cours d'eau à grand débit, comme le Rhône ou le Rhin, et d'un cours d'eau à faible débit, comme la Kander, la Simme, la Sarine, etc.; mais elle comprend les mêmes parties essentielles traitées de façons différentes.

(1) A la suite d'une mission officielle, M. *M. Reuss*, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, et M. *Cordier*, Chef d'escadron d'artillerie, ont publié un rapport très documenté sur les résultats d'exploitation des installations hydro-électriques de la Suisse. Ce travail excessivement intéressant met au point l'état actuel des installations hydro-électriques en Suisse; aussi avons-nous pensé qu'il serait utile à nos lecteurs d'en connaître les grandes lignes et les conclusions. Avec le consentement des auteurs, nous avons pu en publier quelques extraits; qu'il nous soit permis à ce sujet de leur témoigner notre reconnaissance et tous nos remerciements.
A. S.

Digitized by Google

La constitution du barrage diffère suivant la largeur du cours d'eau, son régime et l'importance des impuretés solides qu'il charrie.

Lorsque le cours d'eau est très large, le barrage est constitué par des vannes métalliques équilibrées pouvant se mouvoir dans les rainures appropriées de piles en maçonnerie construites dans son lit. C'est le cas du Rhône à Chèvre, de l'Aare à Wangen, à Beznau, etc.

On adopte aussi ce genre de barrage facile à relever, lorsque la rivière, de faible largeur, est d'ailleurs torrentueuse et est exposée à charrier une grande quantité de matériaux solides au moment des crues.

A Saint-Maurice, sur le Rhône, on a adopté un système de vannes à rabattement manœuvrées au moyen d'un treuil mobile sur le tablier d'un pont traversant le fleuve.

Lorsque les crues n'offrent pas de dangers sérieux, ou que la largeur du cours d'eau est relativement faible, et, en outre, qu'il ne peut être question de le rendre navigable à cet endroit, on établit un barrage en maçonnerie. Il fonctionne alors en déversoir pendant la période des hautes eaux.

Enfin, quelquefois on ne peut adopter aucun de ces genres de barrage; c'est lorsque le lit de la rivière se déplace constamment entre des rives très écartées l'une de l'autre; un barrage en maçonnerie ou métallique serait très coûteux; on établit alors, dans ce cas, un barrage submersible constitué parfois par de simples pilotis jointifs formant un obstacle suffisant, comme pour l'usine de Champ sur le Drac (Isère).

2° *Chambre de décantation.* — Cette chambre, qui suit la prise d'eau, doit être assez spacieuse pour que l'eau n'y prenne qu'une vitesse *très faible*, favorable au dépôt des matières solides qu'elle tient en suspension. Il ne suffira pas seulement de provoquer le dépôt des graviers, il faudra, en outre, en assurer l'évacuation, car ils pourraient obstruer la chambre et gêner la manœuvre des vannes de prise d'eau.

Les dispositions de vannes de purge qui paraissent donner les meilleurs résultats à ce dernier point de vue, sont celles dans lesquelles le courant d'eau provoqué par l'ouverture des vannes de purge, nettoie les vannes de prise d'eau et l'entrée du canal d'amenée. (L'installation de Hagneck est dans ce cas.)

Dans les installations récentes (Wangen sur l'Aare), s'appliquant à des cours d'eau à grand débit, on a donné aux bassins de décantation de très grandes dimensions, et on a créé un canal de purge spécial pour l'évacuation des graviers.

Lorsque le débit est relativement faible et que le cours d'eau présente l'allure d'un torrent charriant, par moments, de grandes quantités de graviers, la partie supérieure de la chambre de décantation est quelquefois recouverte d'une plaque en tôle perforée. Ce dispositif paraît très efficace.

Mais, si la faible vitesse de l'eau dans les bassins de décantation est favorable au dépôt des graviers, elle est aussi favorable à la formation de la glace en hiver; aussi est-il nécessaire de laisser les vannes de prise d'eau à une certaine distance au-dessous du niveau normal.

3° *Canal d'amenée.* — Ces canaux sont à ciel ouvert ou en tunnel; leur pente et leur section dépendent de la vitesse admise. Cette vitesse dépend elle-même de la nature du fond. Le plus souvent, ils sont maçonnés, et on peut donner à l'eau une vitesse assez grande (2 m par seconde) pour qu'elle ne gèle pas en hiver. Dans les organisations récentes, et lorsque la nature des rives l'exige, les revêtements se font en ciment armé (canal de Thusy à Hauterive). Ils présentent, en général, des déversoirs de superficie sur leur parcours; dans certaines installations (Thusy-Hauterive), on s'est servi des ouvertures percées dans le flanc de la montagne, lors de la construction, pour constituer des déversoirs; leur présence contribue à maintenir le niveau constant dans le canal.

4° *Organisation de la chambre de mise en charge.* — Le canal d'amenée aboutit à la chambre de mise en charge, dans laquelle l'eau doit subir une dernière décantation avant de passer dans les conduites forcées.

La chambre de mise en charge doit donc être organisée comme un bassin de décantation, et, par conséquent, ses dimensions doivent être telles que la vitesse de l'eau y soit très faible.

Elle doit posséder, en outre, des vannes de fond pour l'évacuation des boues et des graviers déposés. Enfin, un déversoir de superficie régularise le niveau à l'entrée des conduites forcées, et des grilles placées devant l'entrée des conduites arrêtent les corps flottants et les feuilles mortes. Quelquefois on installe aussi un écran de surface en avant des grilles dans le même but.

Le déversoir de superficie de cette chambre et ceux du canal, lorsqu'ils existent, doivent être suffisants pour assurer l'évacuation des eaux du canal lorsque toutes les turbines sont arrêtées.

Les chambres de mise en charge d'un assez grand nombre d'installations suisses sont trop peu spacieuses pour que le dépôt des graviers se fasse bien, et on a remarqué que celles qui présentaient ces défauts d'organisation étaient précisément celles où les turbines avaient une *durée* relativement faible. Bien que l'*usure* prématurée des turbines ne puisse être imputée exclusivement à cette cause, car on la constate dans les installations n'utilisant que des eaux pures, il est néanmoins évident que la présence des graviers, dans les eaux d'alimentation des turbines, exerce une influence fâcheuse sur la durée de ces machines. Aussi, dans les organisations *récentes*, apporte-t-on le plus grand soin dans l'installation des bassins de décantation, et cherche-t-on à remédier aux inconvénients des anciennes installations en augmentant, autant que les circonstances le permettent, l'étendue des bassins affectés à cette opération.

Il serait intéressant, au point de vue des travaux de

Digitized by Google

réfection à entreprendre, comme au point de vue des installations nouvelles à établir, d'être fixé sur la vitesse maximum que doit avoir l'eau dans les chambres de mise en charge pour qu'elle se débarrasse des graviers qu'elle contient. Cette vitesse dépend évidemment de la nature des impuretés, et, en particulier, de leur densité. Leur dureté a aussi une importance au point de vue de l'usure qu'elles provoquent. M. Piccard, basant son avis sur des observations faites dans un grand nombre de cas, conseille de ne pas dépasser la vitesse de 40 *centimètres par seconde* dans les bassins de décantation.

L'installation de la Kander présente une disposition intéressante en ce qui concerne la décantation des eaux : le canal d'amenée aboutit aux étangs de Spiez, et ce sont ces étangs qui jouent le rôle de bassins de décantation; une conduite spéciale évacue les dépôts dans le lac de Thun.

5° *Les conduites forcées.* — Les conduites forcées partent de la chambre de mise en charge. Elles sont fermées par des vannes. Les conduites sont en tôle et formées de viroles construites en usine. Ces viroles sont assemblées sur place et rivées. Lorsque les conduites sont à faible pente, elles sont quelquefois construites en *ciment armé* dans la partie située près de la chambre de mise en charge.

Quelques conduites de faible diamètre, ayant à supporter des pressions considérables, sont constituées par des tubes *soudés* par recouvrement, comme des tubes de chaudières (Vouvry, la Dernier...) ou des tubes sans soudure. Les coudes sont, en général, préparés à la courbure voulue en usine, et ils sont assemblés sur place aux parties rectilignes.

L'assemblage donne lieu souvent à des mécomptes et à des difficultés de raccordement, car les angles relevés sur le projet diffère souvent de ceux que l'on trouve au montage. Le dispositif utilisant des faux joints à emboîtement de M. Boucher et installé dans les environs de Vouvry, permet d'y remédier.

Des joints de dilatation sont ménagés de distance en distance pour permettre à la conduite de se dilater librement.

La fixité de la conduite est toujours assurée de la manière suivante : les parties rectilignes reposent, par l'intermédiaire de selles en fer, sur des piliers de maçonnerie à écartement variable suivant la pente du terrain; les coudes sont emprisonnés dans de puissants massifs en maçonnerie. La dilatation s'opère par rapport à ces points, qui restent absolument fixes.

Depuis quelques années, on installe beaucoup en Suisse (Installations de Vouvry, du ruisseau de Pissevache, de la Grande Eau, à Aigle) un dispositif de canalisation hydraulique préconisé par M. Boucher, dans lequel les jonctions de conduites se font sous des angles *quelconques*, — inférieurs à 10° — au moyen de « faux joints biais à emboîtements spéciaux ».

L'installation des conduites est très notablement facilitée par l'emploi de ce dispositif qui donne le moyen de raccorder, à la demande, des éléments de conduite rectiligne, et leur permet d'épouser à volonté la pente du terrain sur lequel elles sont placées.

La plupart des conduites forcées sont établies à l'air libre; mais, dans les pays montagneux, où elles sont exposées à être percées par des chutes de rochers, on les recouvre de terre; elles sont ainsi à l'abri des chocs et aussi de la gelée; enfin, elles n'ont rien à redouter de l'oxydation.

*Les coups de bélier dans les conduites.* — Les conduites sont soumises aux effets des coups de bélier, qui se produisent lorsque les régulateurs agissent pour fermer les vannages des turbines. Cette perturbation peut avoir de graves conséquences, car elle peut occasionner la rupture des vannes ou même celle de la conduite, et, dans la plupart des installations, on a cherché à l'éviter ou à en atténuer les effets.

Pour éviter les coups de bélier, on peut s'attaquer à leur cause, c'est-à-dire faire le réglage de l'admission aux turbines en admettant toujours la même quantité d'eau dans la conduite, mais en dérivant l'eau en excès dans le bief d'aval : à cet effet, le servo-moteur de commande du vannage agit de manière qu'à toute fermeture partielle sur la turbine corresponde une ouverture équivalente de la *vanne compensatrice* greffée sur la conduite avant son entrée dans l'usine.

La conduite fonctionne alors à débit constant, et l'on perd en pure perte une partie de l'énergie de la chute.

Ce procédé de réglage des turbines est accepté dans un assez grand nombre de cas, parce qu'il permet d'éviter les coups de bélier; mais il a l'inconvénient de conduire au gaspillage, surtout quand le régime de charge de l'usine est irrégulier. Aussi, dans un assez grand nombre d'installations, on ne cherche pas à supprimer les coups de bélier, mais seulement à en atténuer les effets.

Pour cela, il semble qu'il soit suffisant d'organiser des réservoirs d'air et des régulateurs automatiques de pression en des points convenables et notamment aux environs des appareils à protéger. Mais l'étude des surélévations de pression qui tendent à se manifester le long d'une conduite, lorsqu'il se produit un coup de bélier à son extrémité, paraît montrer que cette perturbation affecte les caractères d'une ondulation d'amplitude et de période variables suivant la rapidité de fermeture et la masse d'eau brusquement arrêtée.

Les points de la conduite où se produiront les surélévations de pression maxima sont donc essentiellement variables, et les régulateurs de pression placés en des points fixes ne paraissent pas pouvoir assurer une protection absolue contre les effets des coups de bélier.

Quant aux réservoirs d'air, ils introduisent de nouvelles ondulations qui peuvent, dans certains cas, résonner avec les ondes de la conduite pour provoquer des ruptures, et ils risquent, par suite, d'être plus nuisibles

Digitized by Google

qu'utiles. On ne les emploie pas. Par contre, on emploie assez fréquemment, dans le cas de conduites desservant des chutes de faible hauteur, des tubes piézométriques dans lequel les oscillations dues aux coups de bélier viennent s'amortir. Pour être efficaces, ces tubes doivent avoir un diamètre assez grand pour pouvoir contenir une masse d'eau en rapport avec celle qui est brusquement arrêtée, et, à cet égard, les organisations de ce genre faites en France paraissent avoir été établies plus judicieusement (Le Drac à Champ, le Fier près d'Annecy) que celles qui ont été faites en Suisse (les conduites de Saint-Maurice possèdent des tubes piézométriques). Ce sont vraisemblablement ces idées sur la propagation des coups de bélier, idées qui tendent à faire admettre que la conduite, brusquement fermée, se comporte comme un tuyau sonore fermé à l'une de ses extrémités, qui ont conduit à évaser les conduites à leur ouverture dans la chambre de mise en charge. Une disposition de ce genre a été adoptée à la station d'Hauterive, et elle a donné, paraît-il, de très bons résultats.

*Utilité des reniflards.* — Les conduites forcées sont exposées à des détériorations graves lorsqu'elles se vident, à la suite de la fermeture de leur vanne supérieure : la pression atmosphérique s'exerce sur la conduite brusquement vidée avant que l'air ait pu y rentrer et elle s'aplatit.

Pour éviter cet accident, on installe au sommet, à la sortie de la chambre de mise en charge, une colonne ouverte à sa partie supérieure formant une sorte de tube piézométrique par lequel l'air peut rentrer à l'intérieur de la conduite lorsque celle-ci vient à se vider. Ce tube, appelé *reniflard*, joue aussi le même rôle qu'un tube piézométrique en ce qui concerne les coups de bélier.

C'est dans le même but que l'on installe parfois des soupapes automatiques de rentrée d'air (conduites de décharge des usines de La Dernier), mais ces soupapes comportent des ressorts qui risquent de se détériorer à la longue, et il semble qu'il y ait lieu de leur préférer le simple reniflard dans un grand nombre de cas.

En Suisse, on préfère organiser l'ouverture de la conduite forcée dans la chambre de mise en charge, de manière qu'au moment de la fermeture de la vanne, l'air puisse rentrer dans la conduite.

6° *Position et aménagement des usines.* — La position la plus favorable à donner à une usine exploitant une chute, résulte de considérations diverses spéciales à chaque cas; les considérations d'ordre économique sont celles qui ont le plus d'importance dans la question.

Le plus souvent, l'exploitation ne comprend qu'une seule chute et, par suite, une seule usine; mais, dans certains cas, notamment lorsque le cours d'eau, qui est alors un cours d'eau de montagne, comprend, en certains points de son parcours exploité, des dénivellations relativement importantes, il est avantageux de subdiviser la chute totale en plusieurs chutes partielles et d'exploiter chacune d'elles au moyen d'une usine particulière.

Cette subdivision conduit à une dépense d'installation plus considérable, en ce qui concerne la construction proprement dite; mais, par contre, les conduites forcées, qui ont à supporter des pressions moins grandes, sont moins coûteuses. Elle a, en outre, l'avantage de réduire les risques de chômage, car un accident survenant à une partie de la canalisation n'entraîne pas l'arrêt de toute l'installation.

Une question se pose : c'est celle qui a trait à la puissance à donner aux groupes hydro-électriques. Diverses considérations doivent intervenir dans ce choix. Il y a intérêt évidemment à choisir le même type d'unités pour une même station et pour toutes les stations d'une même installation. Si ces unités ont une trop faible puissance, celles-ci sont en trop grand nombre et l'installation est trop coûteuse. Si on les choisit trop puissantes, elles sont en trop petit nombre, et elles fonctionnent souvent à charge réduite, et, par suite, dans de mauvaises conditions de rendement.

Dans ce choix, il convient aussi de tenir compte de la différence qui existe entre la consommation maxima et consommation moyenne, afin de diminuer l'importance des appoints.

L'organisation des principales usines hydro-électriques suisses a été basée sur des considérations de cette nature, et les chutes de 5 à 6000 chevaux sont exploitées au moyen de 5 à 6 machines de 1000 à 1200 chevaux (Romont, 5400 chevaux, 6 machines; Hauterive, 7200 chevaux, 6 machines; Hagneck, 5200 chevaux, 4 machines; Kander, 6000 chevaux, 5 machines; Beznau, 9300 chevaux, 9 machines, etc.). S'il s'agit d'organisation à courant continu à intensité constante système Thury, la puissance des groupes est limité par la tension maxima que l'on peut admettre sur le collecteur et par le nombre de collecteurs ou de machines à deux collecteurs qu'il qu'il est possible de monter pratiquement bout à bout, sur le même arbre moteur.

La Société l' « Industrie électrique » de Genève construit des machines électriques à deux collecteurs, donnant 3600 volts par collecteur. Deux machines identiques accouplées par l'intermédiaire de plateaux, sont commandées par la même machine motrice. Les principaux transports d'énergie système Thury se faisant à 75 ampères ou à 150 ampères, la puissance maxima des groupes électrogènes est donc de :

$$4 \,.\, 3600 \,.\, 150 \,.\, \frac{1}{0{,}92} = 2540 \text{ kilowatts.}$$

Enfin, dans l'aménagement des usines, il est indispensable de se préoccuper des causes de chômage qui pourraient provenir d'accidents à la tuyauterie. Il y aurait certainement avantage à donner à chaque turbine une tuyauterie spéciale à partir de la chambre de mise en charge, mais on est arrêté dans cette voie par la dépense d'établissement et on n'adopte, en général, que deux ou

Digitized by Google

trois conduites forcées alimentant chacune un collecteur desservant 2, 3 ou 4 turbines.

(*A suivre.*) A. Z.

---

SUR

# UN MOTEUR SYNCHRONE A ACCROCHAGE FACILE

## POUR COMMUTATEURS TOURNANTS

Dans bien des circonstances on a besoin d'utiliser de petits moteurs synchrones et l'on sait que la partie délicate de leur emploi réside surtout dans l'accrochage qui est parfois assez pénible.

De plus, ces petits moteurs une fois accrochés sont soumis à des mouvements pendulaires assez désagréables appelés couramment « pompages », qui se traduisent par des étincelles sur les commutateurs qu'ils conduisent.

L'auteur de cet article a été amené à étudier particulièrement ces cas et a pu trouver une solution assez simple.

*Description.* — Le moteur NSI (fig. 60) est une petite dynamo à courant continu, excitation shunt, choisie de préférence à quatre pôles, de façon à obtenir le synchronisme avec les courants à la fréquence 50, pour une vitesse de l'induit de 1500 t:m.

Pour démarrer ce moteur avec du courant alternatif on relie son collecteur par les balais F, G au réseau A, B en intercalant une soupape électro-mécanique à vibreur H analogue à celle décrite ici même (1). Rappelons qu'elle consiste en une lame vibrante mise en mouvement par le courant alternatif traversant un électro-aimant polarisé et qui ferme le circuit lorsque le courant a un sens déterminé, une disposition spéciale annule les étincelles.

Sous l'action du courant redressé fourni à l'induit I, ce dernier prend une vitesse croissante que l'on règle par le rhéostat R.

Un transformateur C permet d'appliquer le courant alternatif sur deux bagues D, E reliées à deux ou plusieurs points de l'induit lorsque le synchronisme est sensiblement atteint, ce que permet de percevoir la lampe de phase *s*, on ferme alors l'interrupteur T mettant cette lampe en court-circuit et le moteur reste accroché.

*Fonctionnement.* — Cet ensemble présente quelques particularités curieuses, en premier lieu on n'a pas besoin d'arriver exactement au synchronisme pour obtenir l'accrochage, on peut même le dépasser notablement et fermer l'interrupteur T, même si la lumière de la lampe de phase *s* oscille rapidement, le moteur s'accroche facilement. L'induit I à masse relativement faible se comporte à ce moment comme un engrenage qui échapperait de plusieurs dents, sa vitesse se trouve ralentie de ce fait et finalement il reste en prise.

Cette particularité permet de confier la mise en marche à un personnel peu expérimenté qui arrivera presque toujours de cette façon à obtenir l'accrochage; la manœuvre se borne, en effet, à fermer l'interrupteur envoyant le courant alternatif au moteur à travers la soupape qui se met aussitôt en marche et à coupler en fermant l'interrupteur T, environ 4 à 5 secondes après sans autre précaution.

Le moteur étant accroché puise son excitation sur son collecteur par les balais F, G, on peut donc arrêter la soupape H. On observe aussitôt le mouvement pendulaire bien connu de l'induit appelé « pompage » qui donne

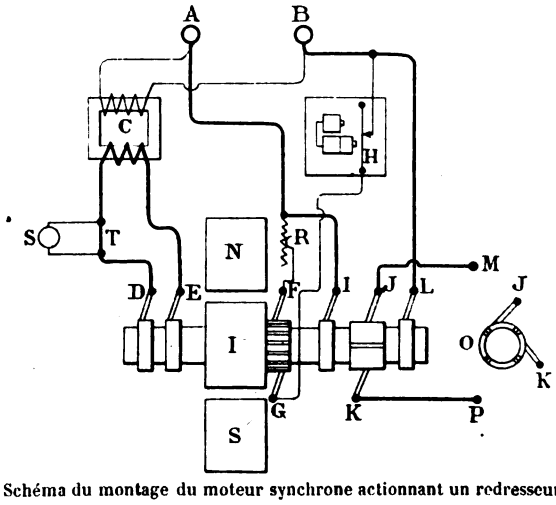



Schéma du montage du moteur synchrone actionnant un redresseur.

lieu à de fortes étincelles si l'appareil entraîne un commutateur redresseur par exemple.

Pour annuler complètement ce pompage, il suffit de laisser la soupape H en mouvement, elle fournit du courant redressé au moteur, ce qui détermine un couple entraînant constamment l'induit. Le moteur est calculé pour fonctionner surexcité à vide; ce n'est qu'en cas de surcharge qu'il se trouve au voisinage du bas de la courbe en V de Mordey, il est donc dans tous les cas très stable. Le rhéostat R permet du reste de faire varier la stabilité.

L'effet de la soupape H est en quelque sorte comparable à celui d'un ressort qui banderait constamment l'induit, ou l'engrenage auquel nous l'avons comparé, de façon à maintenir les dents en contact, la stabilité est ainsi accrue et les chances de décrochage sont considérablement diminuées.

*Redressement des courants alternatifs.* — La figure représente le dispositif adapté au redressement des courants alternatifs, le courant alternatif arrive par deux bagues L et I à un commutateur-redresseur à coquilles étudié pour permettre la charge de batteries industrielles de 40 à 50 éléments.

Dans ce but, les coquilles formant ce collecteur sont séparées par un intervalle suffisant pour que les balais

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, p. 545, 10 décembre 1905.

Digitized by Google

ne puissent mettre la batterie en court-circuit à chaque tour, on a constitué cet intervalle par une série de lames isolées analogues aux pièces d'un parafoudre dont le but est d'étouffer l'arc qui pourrait s'établir et d'offrir une surface d'appui plus solide aux balais qu'un simple isolant.

La largeur des coquilles est elle-même prévue de façon à ne mettre la batterie en circuit qu'autant que la différence de potentiel redressée est supérieure ou égale à la force électromotrice de la batterie, on obtient de la sorte un fonctionnement sans étincelles des balais sur le collecteur.

*Rendement.* — La puissance absorbée par un moteur synchrone entraînant un collecteur chargeant une batterie de 44 éléments à 30 ampères sous 120 volts est de 250 watts, c'est la seule perte, car le collecteur ne fait que rendre sous une autre forme le courant qu'on lui confie, le rendement est donc excellent; il serait encore meilleur pour des puissances plus grandes.

*Applications.* — Ce moteur synchrone à mise en marche facile peut être appliqué non seulement à entraîner des redresseurs simples à coquilles mais des appareils comportant un enroulement tel que celui de MM. Auvert et Ferrand, décrit ici-même(1); l'emploi de ces appareils s'impose du reste lorsqu'on veut actionner des moteurs à courant continu ou alimenter des circuits de lampes à arc sur des courants à basse fréquence. Dans ces conditions, en effet, le commutateur à coquilles tel que celui que nous avons décrit donne lieu à des étincelles parce qu'on ne coupe pas sous un courant nul, en particulier au moment du démarrage de moteurs, lorsque ces derniers ne produisent pas de force contre-électromotrice. Les redresseurs système Auvert et Ferrand possèdent des enroulements qui facilitent la commutation à cause des forces électromotrices dont ils sont le siège, ce qui n'est pas le cas évidemment du commutateur simple.

Le moteur synchrone peut encore être employé pour commander des interrupteurs de bobine de Ruhmkorff, on peut régler ces derniers de façon à couper le courant juste à l'instant où le courant alternatif passe par un maximum; ici encore l'absence de pompage donne une marche très régulière.

Enfin certains appareils tels que cinématographes, phonographes, etc., exigent un mouvement excessivement régulier que le moteur synchrone leur donnera d'une façon précise.

Le moteur synchrone est, en somme, un précieux auxiliaire, peut-être un peu délaissé à cause de ses inconvénients de démarrage et d'accrochage difficiles, mais que nous avons cherché à faire revivre, aujourd'hui où les courants alternatifs se répandent tous les jours davantage.

A. SOULIER.

(1) *L'Industrie électrique*, n° 368 du 25 avril 1907, p. 177,

## LES SALAIRES ET LE COUT DE LA VIE

### AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA

L'*Électrical Review*, de Londres, a publié dans un de ses tout derniers numéros, sous le titre ci-dessus, une intéressante étude dont nous extrayons les passages essentiels suivants en laissant de côté certaines considérations qui respirent un peu trop l'éternelle rivalité de John Bull et du cousin Jonathan. — Cette étude, moins générale que ne semblerait l'indiquer son titre, est d'ailleurs circonscrite à l'électricité qui, en fait, intéresse surtout nos lecteurs. — Nous n'avons pas, en outre, à nous excuser auprès d'eux d'avoir sacrifié un peu la couleur locale en exprimant en mesures françaises ce qu'ils pourraient penser trouver en mesures anglo-américaines. Une traduction est tout d'abord une traduction et, d'autre part, la simplicité de notre système métrique et décimal est trop avantageuse pour que nous nous en départions, même accidentellement, et que nous ne nous appliquions pas à le répandre ou l'affirmer, dans l'intérêt de tous et sans vain amour-propre de clocher. Aucun journal français quelconque ne devrait, selon nous, admettre dans ses colonnes un seul article dont l'auteur n'aurait pas tout d'abord effectué les conversions de ce genre qu'il appelle.

Les ingénieurs électriciens qui jettent les yeux sur les États-Unis comme champ possible de leur activité doivent se pénétrer d'un certain nombre de faits relatifs aux conditions de l'industrie américaine et plus importants qu'il n'est possible de les condenser dans un article aussi réduit que celui-ci. Un homme, habile et avisé, arrivant en étranger dans le pays, se trouvera en compétition avec d'autres aussi habiles que lui, mais imbu de modes de faire complètement inconnus en Europe et notamment en Angleterre. — L'ouvrier américain est avant tout éminemment intelligent, énergique et doué d'une grande facilité d'adaptation. — L'industriel américain possède un esprit particulier de sélection dans l'organisation de tous les détails de son affaire. Tout s'exprime pour lui en dollars et en cents, et, quand il lui est démontré sur le papier qu'un article peut être rémunérateur (*payer*, suivant son expression), il le fabrique juste à cette fin. Une maison américaine acceptera sans hésiter, dans cet ordre d'idées, un contrat pour un nouveau travail quelconque, même étranger à sa spécialité, et une minutieuse étude d'exécution, divisée et subdivisée jusqu'à celle du dernier écrou et du plus petit boulon, lui fournira le coût probable de chaque élément de la spécification.

L'industrie électrique est florissante dans toutes ses branches tant à New-York que dans les autres grandes villes américaines et canadiennes. Les maisons telles que les Compagnies Westinghouse (1) ou General Electric, de

(1) Le bruit répandu le 24 octobre dernier que certaines filiales

Digitized by Google

Philadelphie et de Schenectady respectivement, sont presque toujours ouvertes à un homme de valeur prêt à prendre ce qu'on lui offre avec le désir d'améliorer sa situation ; mais celui qui ambitionne le poste qu'il estime le mieux à sa convenance devra attendre jusqu'à ce qu'il ait assez de l'Amérique. Dans la carrière américaine d'ingénieur électricien, le travail scientifique et théorique est tenu en haute considération dans tous les départements, et les hommes expérimentés à l'Européenne, les Italiens notamment (?), sont assurés d'une juste rémunération. On n'épargne rien pour produire les meilleurs générateurs, les moteurs les mieux appropriés à leur destination, et les lampes les plus robustes et durables.

Mais le produit fini ou final de toute cette intelligente organisation n'est que de la pacotille, et cet état de choses n'implique cependant aucune critique morale. L'ingénieur américain qui étudie une dynamo affirme et prouve par l'expérience que l'organe le plus délicat de sa machine durera quatre ans, par exemple, et dès lors tous ses efforts tendent à construire un générateur dont tous les éléments s'usent dans le même laps de temps. La fable légendaire de la voiture Parson à un cheval, dont tous les organes avaient la même solidité et qui finalement se réduisit en poussière, est le type caractéristique de toutes les méthodes de construction mécanique américaines. Quand une machine est usée, on ne la répare pas. Elle va à la ferraille pour être remplacée par un modèle plus récent. La limite de cette utilisation (ou plutôt inutilisation) en ce qui concerne l'électricité, se reflète dans le Code de l'Association des souscripteurs d'Assurance contre l'incendie, de New-York, dont les règlements sont acceptés sur toute l'étendue des États de l'Union et qui correspond au minimum de risques de pose de fils et de génération de courant, celui que les Compagnies d'Assurances consentent à couvrir.

Les ouvriers anglais ne s'accommodent pas aisément de ces conditions sommaires, et il faut, en moyenne, deux ans à un homme pour se familiariser avec ces coutumes américaines. Mais, quand ils y sont faits, il y a pour des hommes stables des possibilités de se tirer d'affaire, notamment pour ceux qui sont aptes à diriger le travail des autres ou qui peuvent obtenir le maximum de production avec la dépense minimum.

Industriellement l'Amérique est un pays à lois de brevets libérales, à machinerie de précision travaillant rapidement, à utilisation de déchets ; et, au point de vue du négoce, un pays d'agences étroitement reliées entre elles, sources de renseignements rapides et sérieux tant sur les conditions du marché que sur la situation commerciale des acheteurs. Les comptes rendus du Département du Travail des États-Unis renferment de volumineuses statistiques. Les derniers chiffres qu'on y trouve font ressortir les augmentations suivantes en ce qui touche l'industrie électrique :

ACCROISSEMENTS RELATIFS DANS L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

| ANNÉES. | NOMBRE RELATIF D'EMPLOYÉS. | NOMBRE RELATIF D'HEURES DE TRAVAIL. | SALAIRES RELATIFS PAR HEURE. |
|---|---|---|---|
| 1890 | 51 | 100,0 | 98,6 |
| 1895 | 100 | 100,4 | 97,3 |
| 1900 | 203 | 100,1 | 102,6 |
| 1905 | 249 | 94,1 | 110,8 |

Cette énorme augmentation dans le nombre d'employés, la réduction sensible des heures de travail et l'augmentation plus appréciable encore des salaires ne sont que le reflet de la récente expansion commerciale des États-Unis. — En ce qui concerne les salaires dans l'industrie élec-

| PROFESSIONS. | ANNÉES. | ATELIERS D'ÉLECTRICITÉ. NOMBRE RELATIF D'EMPLOYÉS. | HEURES PAR SEMAINE. | SALAIRES PAR HEURE EN FR. | ATELIERS DE CHEMINS DE FER. NOMBRE RELATIF D'EMPLOYÉS. | HEURES PAR SEMAINE. | SALAIRES PAR HEURE EN FR. | ATELIERS DE MÉCANIQUE. NOMBRE RELATIF D'EMPLOYÉS. | HEURES PAR SEMAINE. | SALAIRES PAR HEURE EN FR. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modeleurs | 1890 | 100 | 59 | 1,55 | 100 | 57,25 | 1,35 | 100 | 59 | 1,35 |
| | 1900 | 150 | 59 | 1,55 | 117 | 58 | 1,55 | 124 | 58,5 | 1,40 |
| | 1905 | 150 | 55 | 1,85 | 126 | 56,25 | 1,55 | 152 | 56 | 1,60 |
| Mécaniciens | 1890 | 100 | 58 | 1,20 | 100 | 57,25 | 1,30 | 100 | 59 | 1,15 |
| | 1900 | 106 | 58,5 | 1,30 | 118 | 58 | 1,30 | 150 | 58,5 | 1,29 |
| | 1905 | 164 | 55,25 | 1,50 | 133 | 56,75 | 1,45 | 158 | 56 | 1,35 |
| Ajusteurs en laiton | 1890 | 100 | 59 | 1,25 | 100 | 59,5 | 1,30 | 100 | 50 | 1,20 |
| | 1900 | 81 | 59 | 1,50 | 105 | 59,75 | 1,35 | 108 | 58,25 | 1,20 |
| | 1905 | 162 | 55 | 1,30 | 101 | 56 | 1,55 | 142 | 54,75 | 1,35 |
| Bobineurs d'induits | 1890 | 100 | 57,75 | 1,03 | » | » | » | » | » | » |
| | 1900 | 75 | 57,25 | 1,05 | » | » | » | » | » | » |
| | 1905 | 122 | 54,5 | 1,20 | » | » | » | » | » | » |

Westinghouse étaient entre les mains des agents des finances n'affecte pas matériellement les conclusions de cet article. Il est tout à fait courant en Amérique que ces agents exploitent des affaires indéfiniment ; et d'ailleurs la crise financière actuelle ne saurait influer sur la demande sans cesse croissante de matériel électrique.

Dans toutes les villes américaines modernes, par exemple, l'électricité n'est pas en lutte avec le gaz. L'expansion des applications électriques est un état permanent sur le continent américain, et la traction électrique y est déjà plus développée dans une ville américaine isolée quelconque que dans toute la Grande-Bretagne.

Digitized by Google

trique, en tant qu'on peut les généraliser, les modeleurs reçoivent l'équivalent de 106,25 fr par semaine ; les ouvriers ajusteurs en laiton et les mécaniciens, 75 fr à peu près ; et les bobineurs d'induits quelque chose comme 68,75 fr. On entend par « mécanicien » un homme qui a parfait un apprentissage ou qui, en d'autres termes, est rompu à son travail. Les « spécialistes », ouvriers spécialisés dans un travail déterminé et relativement simple, gagnent environ 56,25 fr par semaine. Les techniciens peuvent faire eux-mêmes leur prix ; beaucoup d'entre eux gagnent 200 fr et quelques-uns 375 et même 500 fr par semaine.

Dans un pays où les distances sont supérieures à ce que peuvent, en moyenne, se figurer les Anglais, l'industrie des transports joue naturellement un rôle de première importance nationale, et les chemins de fer se faisant concurrence sur le marché du travail offrent des conditions un peu plus avantageuses que l'atelier moyen d'électricité.

Les tableaux comparatifs page 61, sont des plus intéressants.

Ces statistiques s'étendent également aux heures de travail et aux salaires moyens dans 21 villes américaines. On ne peut rien déduire d'intéressant des variations des nombres d'heures de travail, mais on peut y voir que, presque sans exception, les villes où les salaires sont le plus élevés sont celles où le coût de la vie est le plus cher. Les prix de l'heure des mécaniciens dans les 12 villes où les salaires sont le plus hauts se trouvent sur le tableau ci-après :

| VILLES. | ÉLOIGNEMENT DE NEW-YORK EN JOURS. | POPULATION AMES. | PRIX DE L'HEURE EN FR. |
|---|---|---|---|
| Portland (Oregon) | 5 | 90 500 | 1.85 |
| Seattle (Washington) | 5 | 80 000 | 1.80 |
| Brooklyn (New-York) | » | 1 500 000 | 1,75 |
| New-Orleans (Louisiane) | 2.5 | 200 000 | 1.70 |
| Memphis (Tennessee) | 2 | 102 000 | 1.65 |
| Mobile (Alaska) | 2.5 | 38 000 | 1.65 |
| Pittsburg (Pensylvanie) | 0.5 | 525 000 | 1.65 |
| San Francisco (Californie) | 5 | 340 000? | 1.60? |
| Dallas (Texas) | 5.5 | 45 000 | 1.55 |
| Saint-Louis (Missouri) | 1.5 | 575 000 | 1.55 |
| Little Rock (Arkansas) | 5 | 58 000 | 1.50 |
| Pueblo (Colorado) | 3.5 | 28 000 | 1.50 |

Sur une carte industrielle des États-Unis tous les ateliers d'électricité de réelle importance seraient compris dans une figure sensiblement triangulaire ayant pour sommets Boston, New-York et Chicago, zone embrassant la vie industrielle de l'Est et les centres de transports du Middle West (Ouest médian).

Les ateliers Westinghouse, près de Pittsburg, emploient plus de 6000 ouvriers ; la General Electric C°, de Schenectady, plus de 12000 ; et les ateliers Allis-Chalmers, de Chicago et Milwaukee, plus de 15000. Comparativement à ces Sociétés tous les autres ateliers d'électricité sont peu importants. Les établissements Westinghouee paraissent avoir monopolisé le talent en s'adjoignant tôt ou tard les meilleurs techniciens dans chaque département, et ils s'appliquent constamment à réduire les prix de revient. La General Electric C° possède, de son côté, la meilleure organisation commerciale ; ses agences de vente couvrent la surface du globe. Ces deux Compagnies se font ouvertement concurrence ; l'Allis-Chalmers C° a fait une véritable et brusque irruption sur le marché avec ses grosses affaires, notamment dans des champs encore inexplorés ; sa situation centrale lui constitue un immense avantage, particulièrement dans les États de l'Ouest.

Les affaires électriques vont constamment en s'étendant dans la zone qui enveloppe, à 80 km de rayon, les Chutes du Niagara, et le développement des applications hydrauliques est loin d'avoir dit son dernier mot. Cette puissance est cependant actuellement utilisée pour l'industrie en général et la région est plutôt un marché de produits électriquement obtenus qu'un véritable centre d'industrie électrique. Le courtage, soit dit en passant, est en Amérique une très belle profession.

A part les Chutes du Niagara, la Ville de New-York possède les plus grandes stations génératrices, résumées dans le tableau suivant :

| PUISSANCE TOTALE. | CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN SUR SOL EN KW. | CHEMIN DE FER DE MANHATTAN STREET SURÉLEVÉ EN KW. | STATION DE KINGSBRIDGE SOUTERRAINE EN KW. | COMPAGNIE DE TRANSIT RAPIDE SUR SOL EN KW. | COMPAGNIE EDISON ÉCLAIRAGE EN KW. |
|---|---|---|---|---|---|
| Courante | 38 500 | 40 000 | 28 000 | 50 000 | 56 000 |
| Maximum | 51 700 | 60 000 | 28 000 | 75 000 | 80 000 |

Les exploitations télégraphiques et téléphoniques occupent un nombre énorme d'employés. Il n'y a à citer que deux Compagnies télégraphiques, la Western Union et la Postal Telegraph, qui couvrent toutes deux les États-Unis et ont leurs sièges sociaux dans New-York City. La Bell Telephone C° possède un monopole de fait dans l'Est industriel ; mais il se prépare une grande concurrence.

Au Canada la province d'Ontario est, de beaucoup, le champ électrique le plus important. La plus grande installation canadienne est la station d'éclairage de la ville de Toronto, que suivent, comme importance, la Lachine Rapids Hydraulic C° et l'Ottawa Electric C°. La Colombie britannique se développe rapidement. Le Gouvernement canadien publie tous les mois un Journal du Travail (*Labour Gazette*), du prix de 15 centimes, qui est une source inestimable d'informations sur les conditions du travail et le coût de la vie dans le Dominion. Les Directeurs de l'une quelconque des grandes Compagnies ci-dessus répondent immédiatement aux lettres à eux adressées sur n'importe quelle question spéciale ; mais il ne faut pas perdre de vue que les Lois régissant le travail aux États-Unis défendent absolument aux Américains d'engager des hommes en pays étranger.

Le tableau ci-après donne les nombres d'heures de tra-

Digitized by Google

vail avec les salaires des mécaniciens (c'est-à-dire des ouvriers ayant fait un apprentissage) tels qu'ils sont relevés par des membres de la Commission industrielle Mosely, le tout suivi d'une évaluation approximative de l'élévation du coût de la vie comparativement aux frais similaires en Angleterre.

| VILLES. | HEURES PAR SEMAINE. | SALAIRES A L'HEURE EN FR. | VIE COUT EN PLUS PAR RAPPORT A L'ANGLETERRE EN POUR 100. |
|---|---|---|---|
| Buffalo (New-York) | 57 | 1,35 | 25 |
| Chicago : Allis-Chalmers, ateliers électriques (supérieurement organisés) (heures supplémentaires 50 pour 100 en plus) | 54-55 | 1-45-1,85 | 35 |
| Ateliers R. R. du Nord-Ouest | 54-55 | 1,35-1,60 | 35 |
| Cincinnati (Ohio) (ateliers bien organisés) | 57 | 1,30 et boni | 25 |
| Cleveland | 55-60 | 12,5-17,5 par jour | 30 |
| Femmes (machines à percer) | 55-60 | 6,25 par jour | 30 |
| Est : Ateliers Westinghouse à Pittsburg (ateliers remarquablement organisés) | 54 | 1,40-2,00 | 25 |
| Femmes (travail plus doux) (par semaine) | 54 | 40-45 | 25 |
| Ouvriers spéciaux, sans habileté particulière, ordinaires | 54 | 1,00 | 25 |
| Apprentis | 54 | 0,75-0,90 | 25 |
| Hamilton (Ohio) (ateliers bondés) | 59-60 | 1,25 | 25 |
| Milwaukee : Allis-Chalmers (supérieurement organisés) | 54 | 12,5-17,0 par jour | 30 |
| New-York et Brooklyn | 54 | 1,75 | 40 |
| Chutes du Niagara (New York) | 54 | 1,35 | 20 |
| Canada (en général) (par semaine) | 54 | 60,00 | 10 |
| Montréal | 55 | 1,05 | 12 |
| Travail aux pièces | » | 1,50 | 12 |
| Toronto (rien de fixe pour heures supplémentaires, salaires en baisse). | 55 | 1,15-1,35 | 15 |

Le coût de la vie aux États-Unis ressort si clairement de ce tableau qu'il n'est pas nécessaire d'entrer dans de grands détails. Un pain pesant environ 567 grammes coûte 0,25 fr en un point quelconque de l'Union ; le charbon domestique (presque toujours de l'anthracite) revient à peu près à 37,50 fr la petite tonne (907,185 kg), Le loyer à New York est fabuleusement élevé : une maison à six pièces (pratiquement introuvable) se loue de 2500 à 3000 fr par an. Une maison à charpente de bois peut se mettre sur pied, en banlieue, moyennant 7500 fr environ et 80 pour 100 de ces maisons sont occupées par leurs propriétaires. Toute la classe laborieuse de New-York et de Chicago habite des logements ou étages où elle est entassée dans des conditions hygiéniques déplorables. Le loyer d'un logement de quatre à cinq pièces est d'environ 100 fr par mois, et l'on ne peut rien avoir à New-York d'un peu convenable à moins de 2500 fr par an. Si l'on prend New-York comme type des salaires les plus forts comme du coût le plus élevé de la vie, un homme doit gagner au moins 125 fr par semaine pour vivre, avec sa famille, confortablement selon les idées anglaises ; mais il peut vivre luxueusement et mettre de l'argent de côté avec un salaire de 10000 fr par an. Le salaire de 125 fr par semaine est celui d'un agent de police (Policeman), d'un charpentier, d'un compositeur, d'un commis et d'un maître d'école, et 200 fr par semaine représentent l'appointement moyen des courtiers et directeurs, et de ceux qui peuvent arriver à des résultats et diriger d'autres ouvriers. L'habillement aux États-Unis coûte à peu près 40 pour 100 de plus qu'en Angleterre. Les courses de voitures se paient partout sensiblement 0,155 le kilomètre jusqu'à 16 km environ, et le coût du voyage en chemin de fer est à peu près de 0,01 fr le km.

Au Canada le loyer annuel d'une maison à six pièces dans une banlieue de résidence convenable est de 875 à 1000 fr et les vêtements se paient à peu près le même prix qu'en Angleterre.

La recherche des emplois se fait à New-York sur des bases toutes différentes de ce qu'on peut s'imaginer en Angleterre. Les journaux du dimanche, notamment le *New-York Herald*, sont les principaux organes d'annonces ; mais les meilleures situations s'obtiennent ordinairement à la force du poignet. Le plus sûr moyen d'arriver à un agréable emploi consiste à se lancer dans la politique, ce qui revient, en dernière analyse, à vendre son vote et celui d'autant d'ouvriers que l'on peut conquérir par son influence. Les tripotages financiers les plus éhontés se font sous le couvert de la politique. On ne donne rien pour rien. Il n'y a généralement qu'une ficelle à tirer ; le tout est de connaître la bonne.

Les certificats écrits sont peu considérés ; une recommandation bien adressée a plus de valeur. Quand un individu sollicite une situation, on s'en rapporte souvent à sa propre évaluation de lui-même sous déduction de 50 pour 100 ; de là l'exagération caractéristique de l'Américain. Le chef américain ne regarde pas d'ailleurs à revenir sur son propre jugement ; un homme est toujours favorisé d'une première chance et mis en situation de bien faire mais, s'il ne convient pas, on le congédie sans préavis aussi, quand il sent venir ce congé, se retire-t-il de lui-même prudemment. Il existe des bureaux de placement qui procurent des positions moyennant une prime fixe de 25 fr et 10 pour cent du salaire de la première année. Les situations à responsabilité comportent un cautionnement pour lequel existent des Compagnies de garantie très bien outillées pour l'exploration du passé des solliciteurs et d'autant plus faciles que, suivant l'auteur de l'article, un malfaiteur ne peut longtemps se dissimuler dans la communauté américaine. P. O.

## RÉPÉTITEUR ÉLECTRIQUE DE SIGNAUX

### POUR LOCOMOTIVES

En présence des accidents qui se produisent sur les lignes de chemins de fer, de nombreux systèmes ont été proposés en vue d'en éviter le retour. Plusieurs de ces appareils ont pour but de doubler les signaux de la voie

Digitized by Google

en avertissant le mécanicien lorsqu'il franchit par inadvertance un signal à l'arrêt. La plupart des dispositifs proposés sont peu pratiques et ne répondent pas aux conditions exigées; aussi accorderons-nous quelque attention au système Raven, qui vient d'être mis en expérience pendant deux ans sur le *North Eastern Railway* avec un succès sans précédent.

Si on passe en revue les principaux accidents de chemin de fer récents, on voit qu'un grand nombre sont dus soit à des signaux mal faits soit à l'inobservation même de ces signaux; cela tient presque toujours à un oubli momentané d'un des agents de la voie ou du train, oubli ou erreur bien humains, c'est vrai, mais dont les conséquences sont désastreuses.

La responsabilité de trois hommes est généralement engagée quand un train passe en un point quelconque d'une ligne : l'agent du poste de la section de block dans lequel le train est engagé, l'agent du poste précédent qui a laissé passer le convoi, et le mécanicien du train.

Une étude des causes des principales catastrophes de chemins de fer montre que, généralement, ces agents sont également fautifs, mais on conçoit que, de tous, le mécanicien joue le rôle le plus important. Des erreurs dues aux agents chargés des signaux sont quelquefois paralysées dans leurs effets par la vigilance et le sang-froid du mécanicien, tandis que si ce dernier franchit, par distraction, des signaux à l'arrêt, rien ne peut arrêter ou diminuer la catastrophe qui en est la conséquence.

Un ingénieur en chef du *North Eastern Railway*, M. Vincent Raven, a combiné et fait installer sur les locomotives des trains express de son réseau un répétiteur de signaux à fonctionnement électrique, qui prévient à l'avance le mécanicien de la position des signaux qu'il va rencontrer. Ce système, qui n'a pas pour but de se substituer aux signaux existants, ne fait que les doubler en rendant la marche du train très sûre, même par les temps de brouillard. En cas de non-fonctionnement de l'appareil, le mécanicien est aussitôt prévenu, de sorte qu'il peut continuer sa route en observant les signaux habituels.

Les signaux utilisés sur les sections de « block » de la plupart des lignes de chemins de fer, consistent en un signal avancé ou disque placé à 1500 m environ du poste de block et un signal d'arrêt absolu, en l'espèce un sémaphore, placé au poste même de block.

Le signal avancé lorsqu'il est fermé ne commande pas l'arrêt absolu, il sert à prévenir le mécanicien qu'il va trouver le sémaphore à l'arrêt, afin qu'il puisse ralentir suffisamment la marche de son train, de façon à l'arrêter au pied du sémaphore.

Aux bifurcations, ces signaux sont plus compliqués, car le mécanicien a besoin d'être renseigné très exactement: il doit être sûr que la voie qu'il doit prendre lui a été donnée et que cette voie est elle-même libre.

On conçoit que, par les temps de brouillard ou pendant de fortes chutes de neige, il devienne très difficile au mécanicien d'observer les signaux; cependant, on remarque que bien des accidents sont arrivés par des temps très clairs, et qu'un simple oubli en a été la cause. Toutes ces raisons montrent la nécessité d'adopter un dispositif répétiteur des signaux fonctionnant sur la

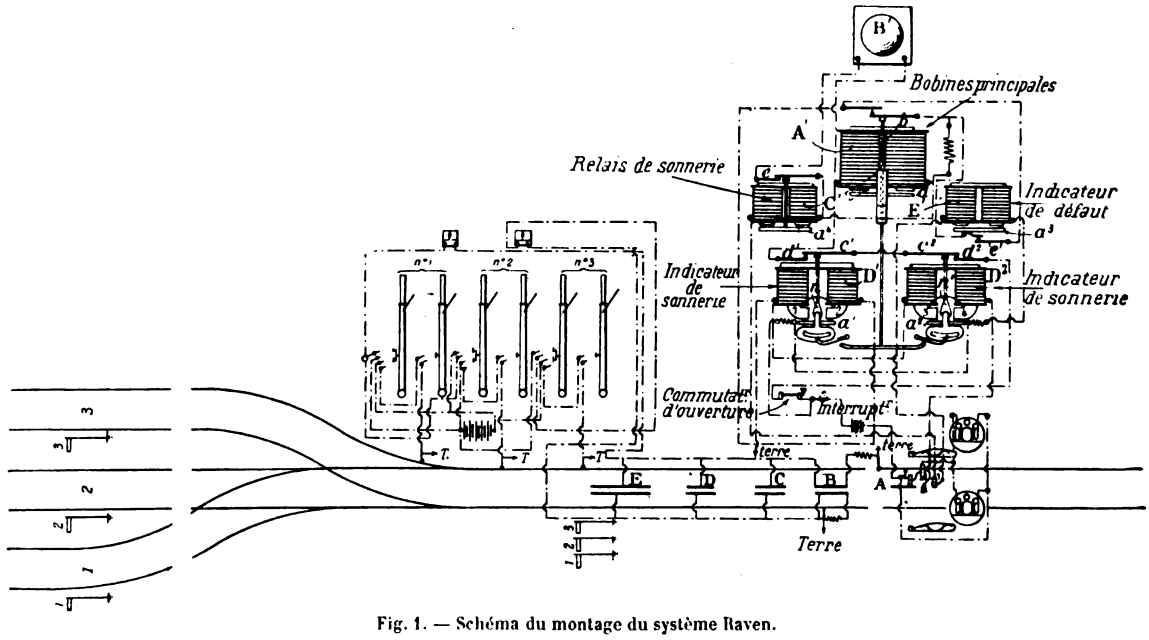



Fig. 1. — Schéma du montage du système Raven.

locomotive et obligeant le mécanicien, par des moyens optique et acoustique, à les respecter. Il faut donc :

1° Avertir le mécanicien, par un bruit capable d'éveiller son attention, qu'il va atteindre un signal avancé.

2° Lui indiquer aussitôt après quelle est la position de ce signal.

3° Si « voie libre » lui est donnée, il doit recevoir une troisième indication sur la route qu'il va suivre,

Digitized by Google

ceci dans le cas où il va rencontrer une bifurcation.

4° Ces indications doivent pouvoir disparaître et être remplacées par le signal d'arrêt en cas de nécessité imprévue, avant le passage devant le sémaphore.

5° Enfin, si l'arrêt a été commandé et le train étant arrêté, on doit pouvoir le prévenir à distance que la voie est redevenue libre.

Toutes ces conditions sont remplies par le système Raven, que nous allons examiner en détail.

*Description.* — Ainsi que nous l'avons déjà dit, ce système laisse les signaux de voie déjà installés; il ne comporte qu'un indicateur de forme circulaire (fig. 4) placé sur la plateforme du mécanicien et sous les yeux de ce dernier. Cet indicateur, en forme de tableau annonciateur, porte au centre un petit bras semblable à un bras de sémaphore, qui indique la position du signal avancé; de chaque côté, deux aiguilles appelées « indicateur de route » s'inclinent vers les chiffres 1, 2 ou 3, 4, suivant que le train doit s'engager ou se maintenir dans une voie portant un de ces numéros. Enfin, dans le bas, un indicateur spécial prévient dès que, pour une cause ou une autre (rupture de conducteur ou affaiblissement de la pile), le système cesse de fonctionner.

Considérons (fig. 1) une voie aboutissant à une bifurcation de trois voies. A une certaine distance de la bifurcation, environ 1500 m et quelques mètres avant le disque avancé, se trouve, entre les rails, une simple plaque métallique isolée A fixée sur les traverses.

*Équipement de la locomotive.* — Faisons maintenant avancer sur la voie un train pourvu du répétiteur Raven. En arrivant au-dessus de la plaque isolée A, deux balais 1 et 2 placés sous la locomotive vont se trouver réunis par la plaque A. Un circuit sera fermé dans le répétiteur comprenant l'électro-aimant principal A′ et une pile de quelques éléments; l'armature de A′ sera attirée, ce qui aura pour effet de mettre le petit bras du sémaphore sur la position « danger »; c'est la première manœuvre.

En même temps, l'armature vient presser sur des contacts à ressort qui établissent directement le courant de la pile à travers A′ et le maintiennent tant que cela reste nécessaire. De cette façon, le train peut quitter la plaque A, le signal ne s'efface pas.

En même temps que le courant des balais 1 et 2 traverse A′, il passe dans le relais de sonnerie C; tant que dure le court-circuit des balais 1 et 2, l'armature de C est attirée et rompt en *e* deux contacts; ces contacts font partie du circuit de la sonnerie reliée en dérivation sur l'électro A′; il en résulte que, dès que l'armature C cesse d'être attirée, le courant de la pile actionne la sonnerie tout en maintenant l'armature de A′ attirée.

En somme, dès que les balais 1 et 2 sont réunis par la plaque A, la sonnerie est silencieuse; le petit sémaphore de l'appareil se met à la position « danger », puis, dès que les balais 1 et 2 abandonnent la plaque A, la sonnerie retentit.

Le courant venant du balai 1 traverse, en plus des électros A′ et C′, des contacts $c'$ $d'$ et $c^2$ $d^2$; ces contacts sont ouverts dès que les armatures des électros D′ et $D^2$ sont attirées. L'ouverture du circuit en $c'$ $d'$ ou $c^2$ $d^2$ a

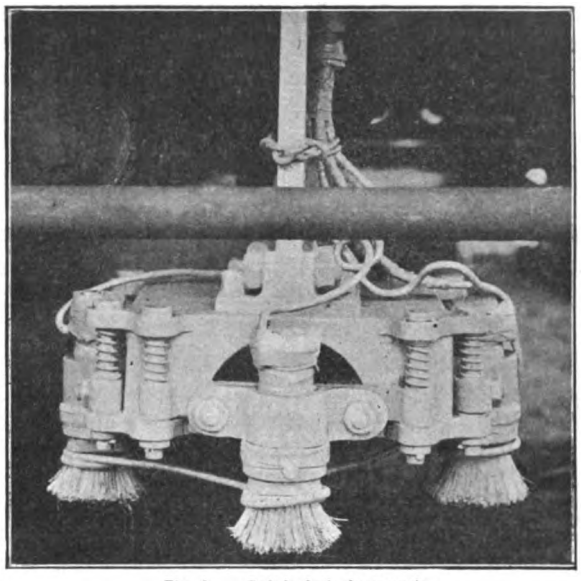


Fig. 2. — Balais de la locomotive.

naturellement pour effet de faire tomber l'armature de A′ et, par conséquent, d'arrêter la sonnerie.

Le courant traversant $D_1$ est recueilli par le balai 2, tandis que le courant traversant $D^2$ peut provenir des balais 3 ou 4. Entre des pôles de D′ et $D^2$, sont disposées

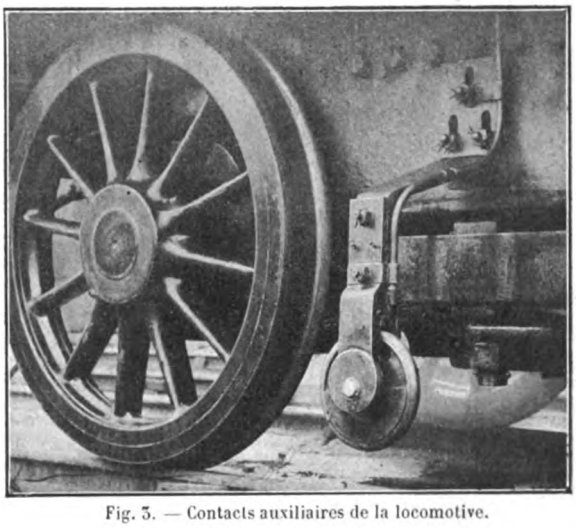


Fig. 3. — Contacts auxiliaires de la locomotive.

deux aiguilles aimantées s'orientant de façon différente suivant le sens du courant dans les électros correspondants.

*Appareils auxiliaires.* — Le contact des balais 1 et 2 avec la plaque A pouvant, pour une cause ou une autre, ne pas s'établir, on a monté, en dehors des rails et sur la voie, deux plans inclinés contre lesquels peut venir

Digitized by Google

frotter un galet porté par la locomotive. Ce galet (fig. 5) actionne un commutateur fermant le circuit entre les balais 1 et 2, remplaçant, par conséquent, la plaque A. Comme il y a deux galets de ce genre, un de chaque côté de la locomotive, le contact entre les balais 1 et 2 ne peut jamais manquer, puisqu'il y a trois organes différents pour le provoquer.

*Équipement de la ligne.* — Notre schéma représente un cas relativement compliqué, celui d'une voie aboutissant à une bifurcation à trois directions; la cabine placée à l'entrée comporte une série de leviers correspondant aux directions à prendre. Le levier de chaque sémaphore actionne un commutateur double et le levier du signal avancé un commutateur simple.

Les leviers des sémaphores 1 et 2 relient la batterie de la cabine à une série de barres isolées B, C, D, E placées entre les voies à une certaine distance après A; la seule différence est que le levier de la voie 1 applique le pôle positif de la batterie sur ces barres, et que le levier 2 applique le pôle négatif de la même batterie sur les mêmes barres.

Les leviers 3, et au besoin, 4, effectuent la même opération sur d'autres barres isolées voisines.

Il est facile de voir que, pour compléter l'enclenchement des leviers, le courant de la batterie ne doit être envoyé par les leviers de sémaphore que lorsque les leviers des signaux avancés ont eux-mêmes été mis à l'arrêt, de là l'emploi d'un commutateur simple sur ces leviers.

Le contrôle de ces diverses manœuvres, ainsi que du passage des trains, se fait de la façon suivante : Quand les leviers sont actionnés et que les commutateurs sont fermés, le courant, en principe, est établi sur les barres isolées. Pour s'en rendre compte de la cabine, on a disposé en dérivation entre la dernière barre B et la terre, une grande résistance (fixée à un poteau) qui laisse passer un léger courant de fuite suffisant pour faire incliner faiblement l'aiguille d'un galvanomètre situé dans la cabine.

Lorsque le train passera sur la barre B, cette dernière sera mise à la terre à travers les circuits à faible résistance du répétiteur, et la grande résistance sera shuntée; cela provoquera une forte inclinaison de l'aiguille de l'indicateur placé dans la cabine qui indiquera à la fois l'arrivée du train et que le signal a été transmis à la machine.

*Fonctionnement.* — Prenons le cas d'un train se dirigeant vers la bifurcation; supposons qu'on veuille le diriger sur la voie 1; examinons ce qui va se passer.

Les barres E, D, C et B sont reliées au positif de la batterie par la manœuvre même du levier du sémaphore n° 1; la barre A n'est reliée à rien, puisqu'elle n'est pas sous la dépendance du poste d'aiguillage. Dès que la machine atteindra la barre A, le courant de la pile de la locomotive passera par les balais 1 et 2 et presque en même temps, par les contacts 5 et 6 des galets, le sémaphore du répétiteur se met à la position « danger » et, dès que les balais abandonnent la barre A, la sonnerie se fait entendre.

Pratiquement, le temps mis à franchir la barre A étant d'un tiers de seconde, la sonnerie se met à tinter presque aussitôt que le bras du sémaphore s'élève. Cet avertissement, à la fois optique et acoustique, persiste jusqu'à ce que le train arrive sur la barre B; le mécanicien est alors averti, il peut alors concentrer toute son attention à observer les signaux de la voie, ou, si le temps ne le permet pas, il suit le fonctionnement du répétiteur.

Dès que le balai 2 atteint la barre B, le courant positif

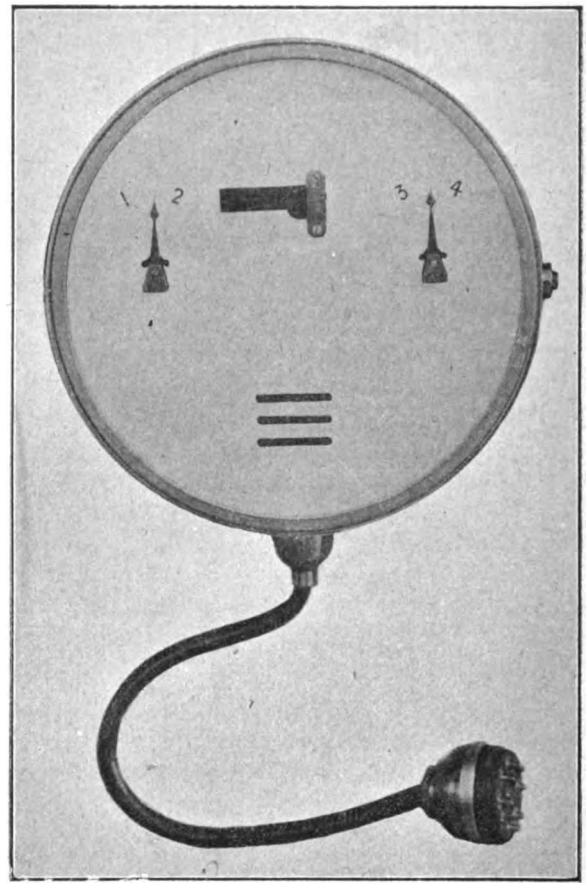



Fig. 1. — Vue d'ensemble du répétiteur placé sur la locomotive.

de la batterie de la cabine circule à travers l'électro D', et, par la masse métallique de la machine, revient aux rails et à la batterie; l'armature $a'$ de D' est soulevée et les contacts $c'$ $d'$ sont écartés; la sonnerie s'arrête et le sémaphore se démasque. En même temps, l'aiguille aimantée s'incline et sa pointe vient devant le chiffre 1 marqué sur le cadran de l'appareil. Le mécanicien est prévenu que la voie 1 lui est donnée.

Remarquons en passant que si, pour une cause ou une autre (obstruction de la voie ou rupture de la ligne alimentant B), le circuit ne s'était pas fermé par le balai 2 et le répétiteur, le sémaphore serait resté à la position « danger », la sonnerie aurait continué à tinter, et le

Digitized by Google

mécanicien, ne recevant aucun avis, se serait vu dans la nécessité d'arrêter son train.

Supposons maintenant que le train ayant pris la voie 1, qui est libre, continue sa route ; en arrivant devant la plaque A d'un nouveau poste de block, l'armature de l'électro A' est de nouveau attiré, et, par son prolongement, R ramène l'aiguille qui était restée sur le chiffre 1 ; dans la position normale, entre 1 et 2, les mêmes phénomènes recommencent ensuite.

Les barres B C D E sont échelonnées le long de la voie avant la cabine sémaphorique ; supposons qu'un train auquel on a donné voie libre continue à s'avancer et qu'on veuille l'arrêter. Il suffit de mettre le sémaphore à l'arrêt à l'aide des leviers correspondants ; le courant est aussitôt supprimé sur B C D E, et ces plaques fonctionnent alors comme la plaque isolée A ; elles réunissent les balais 1 et 2, le sémaphore de l'appareil se remet à l'arrêt, et aussitôt la sonnerie se met à tinter ; l'indication « voie » disparaît en même temps. Le mécanicien, averti, arrête son train.

Si l'arrêt se fait sur la dernière plaque E, et c'est chose possible, le répétiteur reste en relation avec le poste de block, qui peut lui transmettre l'indication « voie libre » en effaçant son sémaphore, ce qui électrise la plaque E.

Ce dispositif, comme on le voit aisément, se prête à toutes les combinaisons et permet de se passer complètement des signaux de voie ; il est très sûr, car, dès qu'il se produit un dérangement, c'est le signal « danger » qui est donné.

On objectera que l'épuisement de la pile de la locomotive, ou même simplement une rupture de circuit dans le répétiteur peut entraver le fonctionnement du système ; c'est exact ; mais on est aussitôt averti, car le cadran du répétiteur porte dans le bas une fenêtre devant laquelle un voyant rouge apparaît en cas d'avarie ; ce voyant est maintenu caché par l'effet du courant de la pile locale traversant un électro spécial et les divers circuits de l'appareil tant que le répétiteur est en état de fonctionner.

*Résultats.* — Ce système, appliqué sur les trains express de la grande ligne du *North Eastern Railway*, va être étendu aux trains circulant entre Durham et Newcastle ; on a remarqué, pendant les deux ans où il a été expérimenté, que l'isolement des barres B C D E a joué un plus grand rôle que celui du contact des balais. Les piles à liquide immobilisé employées sur les locomotives, ont donné de bons résultats ; il faut, en moyenne, 6 éléments sur la machine et 12 dans la cabine de la voie. Le prix de l'installation n'est pas excessif ; du reste, il s'agit, en l'espèce, d'une question trop importante pour que la dépense puisse entrer en ligne de compte ; aussi espérons-nous voir un jour nos grandes compagnies de chemins de fer suivre l'exemple du *North Eastern Railway*, et doter nos trains d'un appareil répétiteur de ce genre, vigilant et efficace.

A. S.

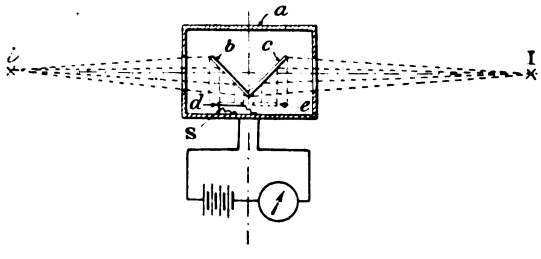
## NOUVEAU PHOTOMÈTRE A SÉLÉNIUM

Pour éliminer les différentes causes d'erreur auxquelles sont soumises les mesures photométriques par les méthodes usuelles, l'*Elektromecanische Werkstalle*, de Mainz, a eu l'idée de reprendre l'étude du photomètre à sélénium.

Notre confrère, la *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, nous informe que le nouveau photomètre à sélénium que cette maison vient de mettre en vente à la suite de cette étude, réalise un véritable progrès.

Ce photomètre se distingue par une particularité intéressante : l'élément sensible au sélénium est animé d'un mouvement oscillant pendant lequel il passe alternativement sous les rayons des deux sources à comparer ; cet élément qui constitue le photomètre proprement dit est monté en série avec un galvanomètre milliampèremètre aux bornes d'une petite batterie de piles ou d'accumulateurs.

La figure schématique ci-contre montre le dispositif employé pour envoyer les rayons des sources à comparer




sur le sélénium. I et *i* sont les deux sources lumineuses, *a* une boîte à l'intérieur de laquelle sont disposés deux miroirs à 45° *b* et *c*, qui reçoivent par des orifices ménagés sur les côtés de la boîte les rayons des sources I et *i* ; ces rayons sont renvoyés parallèlement et tombent verticalement sur l'élément au sélénium, soit en *d*, soit en *e*.

Si les deux sources I et *i* sont de même intensité lumineuse, quand la distance de chacune d'elles aux miroirs *b* et *c* sera égale, l'aiguille du milliampèremètre indiquera une déviation fixe ; si, au contraire, il y a inégalité dans les intensités lumineuses, il faudra modifier la position de la boîte *a* pour retrouver cette position d'équilibre ; jusqu'à ce que le réglage soit obtenu, l'aiguille vibrera. Le rapport des intensités lumineuses sera calculé à la façon ordinaire en mesurant les distances des deux sources I et *i* aux miroirs.

Une autre méthode de mesure consiste à intercaler dans le circuit de l'élément au sélénium le primaire d'un transformateur dont l'enroulement secondaire est branché sur un galvanomètre à courant alternatif. Quand la position d'équilibre du photomètre entre les deux sources est obtenue, le courant cessant de varier dans l'enroulement primaire, celui qui traverse l'enroulement secondaire devient nul. Dans le cas où deux sources d'intensité

Digitized by Google

différente sont placées à égale distance du photomètre, on lit sur le galvanomètre alternatif une déviation qui est proportionnelle à la différence des intensités lumineuses de ces deux sources. A. B.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 9 décembre 1907.*

**Sur l'emploi des hydrocarbures lourds pour l'éclairage.** — Note de M. Louis Denayrouze. — J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie le résultat de recherches poursuivies pendant plusieurs années, sur la production de la lumière par incandescence, au moyen d'hydrocarbures autres que l'alcool et le pétrole. Après avoir obtenu de bons résultats avec le benzol, j'ai réussi à utiliser avantageusement une grande partie des hydrocarbures complexes que contient le goudron de houille.

L'usage de ces nouveaux liquides m'a paru offrir des avantages si considérables, qu'avant de les signaler à l'Académie j'ai cru devoir soumettre mes résultats photométriques au contrôle du Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Les procès-verbaux des mesures effectuées par les services compétents établissent qu'avec les nouveaux liquides, l'unité de lumière ou la carcel-heure s'obtient avec une dépense qui, en poids, ne dépasse guère 5 gr.

En même temps, ils constatent que le point d'inflammation de ces substances est beaucoup plus élevé que celui du pétrole et, *a fortiori*, de l'alcool, ce qui en rend le maniement tout à fait inoffensif.

Non seulement une allumette jetée à leur surface ne les enflamme pas, mais encore un tampon d'alcool, plongé dans leur masse, s'éteint immédiatement.

Ces liquides sont des produits d'une double distillation. L'un passe de 140° à 200°, l'autre de 200° à 270°. Le premier est tiré de l'huile moyenne du commerce, le second de l'huile lourde, rectifiées avec soin pour en éliminer les parties les plus réfractaires à l'action d'une chaleur modérée. Un mélange des deux peut être extrait directement du goudron.

Aux hydrocarbures employés jusqu'ici à la production de la lumière incandescente, le public reprochait : 1° le danger possible de leur maniement; 2° leur prix élevé; 3° l'instabilité de ce prix.

Or, l'emploi des hydrocarbures nouveaux pourra lever radicalement la première objection. On peut même dire que l'éclairage produit par ces liquides, si peu inflammables, présentera plus de sécurité que l'éclairage au gaz, exposé à des fuites, et que l'électricité, sujette à des courts circuits.

L'usage de ces mêmes liquides pourra réaliser un abaissement tout à fait décisif du prix de revient actuel de la lumière. En effet, les huiles brutes, dont se retirent dans la proportion finale de 80 à 83 pour 100 les hydrocarbures utilisables, sont les produits résiduaires de plusieurs grandes industries, à commencer par celle du gaz. Comme ils existent en grande abondance et servent aux plus grossiers usages, tels que le westrumitage des routes et la conservation des bois, ils se vendent à très bas prix.

La comparaison des cours des carbures légers avec celui des hydrocarbures lourds, bruts, autorise à compter que, de ce chef, la dépense de liquide éclairant s'abaissera, en moyenne, de deux tiers au moins. Il est d'ailleurs peu à craindre de voir se produire une hausse artificielle sur les matières d'où se retireront les liquides nouveaux. En effet, en Angleterre seulement, la quantité de goudron sur laquelle on opère annuellement s'élève à 450 000 tonnes, dont chacune peut produire autant de lumière que 1000 m de gaz.

D'ailleurs, et par surcroît, nos expériences ont amené un résultat d'une extrême utilité. Pour volatiliser convenablement des produits si peu volatils, nous avons pu créer des appareils permettant une meilleure utilisation des chaleurs perdues et un usage tout à fait pratique de pressions infimes. On a réussi, de cette façon, à abaisser de moitié environ la quantité de liquide éclairant nécessaire, en poids, pour produire l'unité de lumière.

Grâce à ces deux éléments d'économie combinés, il est permis de croire que l'incandescence par les hydrocarbures amènera sans peine, dans les campagnes, le changement que l'incandescence par le gaz a déjà produit dans les villes. D'autre part, si l'on réfléchit que déjà le gaz incandescent, utilisé dans de bonnes conditions, est arrivé à produire la lumière à un prix très inférieur à celui de l'incandescence électrique, il est évident que l'éclairage par les hydrocarbures lourds pourra d'emblée fournir, dans les villes, un moyen efficace de diminuer l'excès de dépense que l'on reproche à l'éclairage électrique dans les installations de quelque importance.

Cette application dans les villes, conçue dans un esprit de coopération avec les grandes industries anciennes, peut être finalement rendue très facile par le moyen détourné suivant, dont on s'est avisé en dernier lieu. Comme le gaz et l'électricité existent déjà dans toutes les installations urbaines, il est toujours possible d'enlever au système d'éclairage par les carbures sa principale incommodité pratique, à savoir : la difficulté de l'allumage. En faisant arriver le gaz ou l'électricité, pendant une minute, au brûleur à hydrocarbure, on donne au nouvel éclairage, par le moyen de dispositifs extrêmement simples, toute la rapidité et toute la facilité de mise en train de l'ancien éclairage existant.

Quoi qu'il en soit de cette éventualité, il est en tous cas un usage urbain du nouveau procédé dont personne ne contestera l'utilité : c'est qu'il permet l'établissement permanent d'un éclairage de secours immédiat, qui obvie aux inconvénients, d'année en année plus fréquents et plus redoutables, d'un arrêt brusque et général du service des canalisations de gaz et d'électricité.

Digitized by Google

Ce ne serait pas ici le lieu de faire une comparaison entre le prix des divers modes d'éclairage, que toutes sortes de circonstances peuvent faire varier.

Nous nous bornerons à constater que, d'après les mesures d'intensité et de consommation que le Laboratoire d'Essais du Conservatoire a exécutées avec nos appareils et en admettant que le prix de la tonne des huiles lourdes reste inférieure à 200 fr, le coût de la carcel-heure, avec le nouveau système, ne sera qu'une petite fraction de ce qu'il est aujourd'hui avec les procédés usités.

Ajoutons que les produits extraits du goudron constituent pour l'alcool, au moins en ce qui concerne l'éclairage et le chauffage, un carburant dont l'excellence a été attestée par la mesure du Conservatoire, qui fixe à 7,3 gr la consommation d'alcool carburé produisant la carcel-heure.

Notons enfin que ces produits ont un pouvoir calorifique élevé et qu'ils s'appliqueront avec avantage au chauffage. Cela suffira, sans doute, à établir qu'il y a des chances sérieuses pour que cette utilisation des hydrocarbures peu volatils exerce, sur la marche de diverses industries, une influence appréciable.

**Action d'un conducteur électrique incandescent sur les gaz qui l'entourent.** — Note de MM. Couriot et Jean Meunier, présentée par M. Troost. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1161.)

---

*Séance du 16 décembre 1907.*

**Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température.** — Note de MM. E. Briner et Durand, présentée par M. G. Lemoine. — Un certain nombre d'expérimentateurs (1) ont utilisé l'action des basses températures, réalisées par les gaz liquéfiés, pour la préparation de l'ozone. Nous avons repris cette étude en nous servant, pour la mesure des quantités d'ozone formées et de l'énergie consommée, d'un dispositif semblable à celui décrit antérieurement (2).

L'ampoule à étincelle a été remplacée par un récipient en verre à doubles parois revêtues à l'intérieur et à l'extérieur d'électrodes en feuilles d'étain; ce récipient peut être ainsi immergé dans un gaz liquéfié ou solidifié contenu dans une éprouvette de Dewar. Pour éviter les pertes d'électricité résultant des hauts potentiels utilisés et qui diminuent beaucoup le rendement, on isole soigneusement à la paraffine les fils d'amenée du courant aux électrodes. Les quantités d'ozone formées se déduisent des dénivellations lues sur un manomètre en relation avec l'ozoniseur; l'énergie électrique consommée est mesurée aux bornes du primaire de la bobine.

Nous avons pris d'abord l'ozoniseur rempli d'oxygène pur et plongé dans le mélange acide carbonique-éther, soit à — 78°. L'ozone atteint alors une concentration limite de 11 pour 100 environ; au delà, il se détruit en aussi grande quantité qu'il se forme.

Cette concentration de 11 pour 100, également observée par Beill, est caractéristique de la température de — 78°, car on la retrouve en détruisant une partie de l'ozone par élévation de température et en soumettant une seconde fois à l'action de l'effluve le mélange $O_2$ et $O_3$ maintenu à — 78°. A cette température, nos expériences ont donné un rendement de 12 gr d'ozone par kw-h.

L'ozoniseur a été ensuite immergé dans l'air liquide, soit à — 194°; à cette température, la tension de vapeur de l'ozone étant à peu près nulle, il a été possible de *transformer intégralement l'oxygène en ozone*, comme on le voit ci-dessous.

| Pressions de mercure en mm. | Dénivellations en mm. | Temps, en min. | Oxygène transformé, pour 100. |
|---|---|---|---|
| 256 | 0 | 0 | 0 |
| 208 | 48 | 5 | 18 |
| 122 | 134 | 10 | 52 |
| 15 | 241 | 15 | 94 |
| 1 | 255 | 20 | 99 |

L'ozone, en se formant, coule le long des parois de l'appareil sous forme d'un liquide visqueux bleu foncé et se rassemble au fond.

L'*influence de la pression* sur le rendement résulte des expériences suivantes :

| Pressions initiales en mm. | Pressions finales en mm. | Pressions moyennes en mm. | Temps en min. | Rendement par kw-h en g. |
|---|---|---|---|---|
| 255 | 152 | 205 | 5 | 29 |
| **152** | **45** | **98** | **5** | **55** |
| 45 | 10 | 27 | 5 | 37 |

L'optimum pour les pressions voisines de 100 mm de mercure donnant, dans le cas qui nous occupe, un rendement de 25 gr d'ozone par kw-h, paraît assez général dans les synthèses effectuées par les décharges électriques. Nous l'avons observé pour l'action de l'étincelle sur les mélanges $(Az^2+2O^2)$ et $(Az^2+3H^2)$; MM. Haber et Kœnig (1) l'ont également constaté dans la formation des oxydes d'azote par l'arc électrique.

Si l'on opère sur l'air, les rendements seront naturellement moins élevés, à cause de la dilution de l'oxygène; nous n'avons pu obtenir ainsi que des rendements de 20 gr par kw-h. Il est à noter que l'action de l'effluve sur l'air ne produit que peu ou pas d'oxyde d'azote; le liquide bleu foncé, identique à celui qui se forme dans l'oxygène pur, est sans doute de l'ozone pur.

Nous avons constaté, en outre, que l'effluve dégage très peu de chaleur par lui-même; l'évaporation de l'air liquide dans l'éprouvette Dewar est sensiblement la même, que l'effluve passe ou ne passe pas.

Sous forme d'arc ou d'étincelle, les décharges sont beaucoup plus chaudes et la production d'ozone bien plus faible. En faisant agir l'étincelle dans une ampoule

(1) Hautefeuille et Chapuis, *Comptes rendus*, t. XCI, 1880. — Olszewski, *Wien. Monatshefte für Chemie*, t. VIII, 1887. — Beill, *Monatshefte für Chemie*, t. XIV, 1893, p. 71. — Troost, *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1751. — Ladenburg, *Ber.*, t. XXXI, 1898, p. 2508. — Goldstein, *Ber.*, t. XXXVI, 1903, p. 3042.

(2) Briner et Mettler, *Azote et hydrogène* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 694). — Briner et Durand, *Azote et oxygène* (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 248).

(1) *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XIII, 1907, p. 725.

Digitized by Google

renfermant de l'oxygène et plongée dans l'air liquide (même disposition que pour les mélanges azote-oxygène), le rendement en ozone n'a été que de 0,79 gr par kw-h; encore cette production d'ozone pourrait-elle être attribuée aux effluves qui accompagnent toujours l'étincelle.

*Conclusions.* — 1° Conformément aux faits observés dans l'industrie, le refroidissement des gaz est une circonstance favorable pour un bon rendement en ozone: cela ressort de l'efficacité croissante de notre dispositif chaud-froid entre — 78° et — 140°.

2° La comparaison des expériences relatives à l'action de l'effluve et de l'étincelle sur l'air démontrent que l'effluve est surtout producteur d'ozone, et l'étincelle d'oxyde d'azote.

Les rendements déjà très élevés obtenus avec nos appareils de laboratoire pourront probablement être encore améliorés avec des ozoniseurs plus parfaits au point de vue de l'isolement et dans des conditions de transformation de courant plus économiques. Quant aux dangers d'explosion de l'ozone pur obtenu par ce mode de préparation, ils sont peu à craindre si l'on a soin d'éliminer toute trace de substance organique de l'ozoniseur par des lavages au mélange chromique.

**Sur les spectres de flammes obtenus par voie électrique.** — Note de MM. G.-A. Hemsalech et C. de Watteville, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1266.)

**Au sujet de la possibilité d'établir le diagnostic de la mort réelle par la radiographie.** — Note de M. Ch. Vaillant, présentée par M. Edmond Perrier. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1510.)

**Action du champ magnétique de haute fréquence sur le Penicillium.** — Note de M. Pierre Lesage, présentée par M. Gaston Bonnier. (Voy. les *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 1510.)

## BIBLIOGRAPHIE

**Production et utilisation des gaz pauvres**, par L. Marchis. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1908. — Format 32 × 25 cm, 320 pages, 235 figures. — Prix broché : 20 fr.

L'ouvrage de M. Marchis est une contribution importante à l'étude de la question, de jour en jour plus importante, de l'utilisation des gaz pauvres, et l'on doit féliciter l'auteur d'avoir réuni dans ce volume les cours qu'il a professés, en 1905-1906, à la Faculté des sciences de Bordeaux.

C'est en effet un véritable cours que nous trouvons dans ce livre; après avoir défini les différentes sortes de gaz pauvres : gaz à l'air et gaz à l'eau, leur composition et leur production, l'auteur entre dans les détails, il étudie les combustibles, les moyens de mesurer leur pouvoir calorifique, l'étude de leur composition et il fournit des données numériques importantes.

Les chapitres V à VIII renferment la description d'un nombre considérable de gazogènes de tous les systèmes et donnent des détails sur l'utilisation des gaz des hauts fourneaux.

Enfin, le chapitre IX, qui occupe à lui seul environ le tiers du volume, est consacré aux grands moteurs à gaz et il fournit un grand nombre de détails de construction sur ces machines dont l'importance croit chaque jour.

De nombreux tableaux intercalés dans les différentes parties fournissent, avec les données numériques indispensables dans toutes ces questions, des références sur les installations faites, et ceci n'est pas sans importance dans une question encore controversée.

Ajoutons que l'ouvrage est bien illustré, en ce sens qu'il renferme surtout des dessins schématiques et des dessins de construction et non pas, comme c'est trop souvent le cas, des vues extérieures sans intérêt pour le technicien. H. Armagnat.

**Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues.** — Volume II, Électrotechnie, par C. Kinsbrunner. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1908. — Format 18 × 11 cm, 2100 pages. — Prix, cartonné : 31,25 fr.

On sait de quel important secours est un dictionnaire bien fait, et ceci est surtout vrai lorsqu'il s'agit de donner la traduction de termes techniques. Les vocabulaires et dictionnaires techniques ne manquent pas, mais il serait bien imprudent d'en citer un seul comme répondant entièrement aux multiples conditions qu'ils doivent remplir.

Le nouveau dictionnaire technique illustré de MM. Deinhardt et Schlomann marque une nouvelle tentative pour résoudre le problème, et le deuxième volume « Électrotechnie », que nous présentons ici, rendra certainement beaucoup de services.

Ce volume, de 2100 pages!, renferme la signification en six langues : français, allemand, anglais, italien, espagnol et russe, d'un nombre considérable de termes techniques, et il est conçu suivant un plan nouveau et assez intéressant. Les termes sont classés par groupes se rattachant à une idée commune : éléments et batteries, chaudières et machines motrices, machines électriques, etc., et dans chaque groupe se trouvent réunis les termes qui ont la même signification dans les six langues indiquées.

Avec un tel classement, il est évident que la recherche d'un terme serait impossible s'il ne se trouvait en outre

Digitized by Google

un vocabulaire alphabétique, lequel renferme tous les termes cités et renvoie à la page du texte où se trouvent réunies les expressions correspondantes. Ce vocabulaire occupe à lui seul 740 pages du volume.

Tel qu'il se présente, cet ouvrage est appelé à rendre de grands services, et cependant nous ne pouvons nous empêcher de constater qu'il gagnerait à être allégé d'un grand nombre de phrases qui se traduisent aisément en prenant le sens de chacun des mots qui les composent. Un exemple fera mieux comprendre cette idée; nous lisons : *Uberziehen normaler Werkzeuge mit Gummi — Covering standard tools witch rubber — Revêtement d'outils normaux avec du caoutchouc.* — N'est-il pas évident qu'un Français lisant un peu d'allemand ou d'anglais traduira aisément le sens de cette phrase et ne cherchera pas un dictionnaire pour y trouver une définition assez peu claire, car l'idée n'étant pas française n'est pas traduisible littéralement.

Ces membres de phrases sont assez nombreux et ils alourdissent inutilement, à notre avis, un ouvrage très intéressant par lui-même. Enfin le titre du volume « Électrotechnie » est assez malheureux; nous avons en français « électrotechnique » et il n'y a aucune raison pour changer.

Souhaitons qu'à la prochaine édition ces petits défauts disparaissent et souhaitons aussi, pour les auteurs et les lecteurs, que celle-ci soit rapprochée. H. Armagnat.

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

581 412. — **Brandt.** — *Disjoncteur* (7 novembre 1906).

581 577. — **Charray.** — *Nouveau système de lampe à arc électrique* (21 mai 1907).

581 578. — **Brzeski et Strauss-Collin.** — *Lampe électrique à arc* (28 mai 1907).

581 515. — **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Procédé pour porter à l'incandescence des filaments métalliques dans une atmosphère réductrice* (4 septembre 1907).

581 641. — **Eisenstein.** — *Télégraphie sans fil* (9 septembre 1907).

581 755. — **Herbst.** — *Code télégraphique* (30 mai 1907).

581 667. — **Melot.** — *Démarreur automatique pour moteur asynchrone* (11 septembre 1907).

581 684. — **Moreau.** — *Plaque d'accumulateur* (17 novembre 1906).

581 676. — **Meylan.** — *Perfectionnements aux condensateurs électriques* (10 septembre 1906).

581 699. — **Peacock.** — *Dispositif de prépaiement pour compteurs d'électricité* (10 septembre 1907).

581 700. — **Schatzmann.** — *Four électrique* (10 septembre 1907).

581 629. — **Compagnie générale d'Électricité.** — *Douille pour lampes à incandescence* (7 septembre 1907).

581 679. — **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Procédé pour relier les filaments des lampes à incandescence* (10 septembre 1907).

581 791. — **Blachon, Peretmère et Roger.** — *Accumulateur électrique* (20 novembre 1906).

581 996. — **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Alternateur à collecteur à champ transverse et bobines commutatrices* (19 septembre 1907).

581 849. — **Grisson.** — *Procédé de transformation des courants électriques particulièrement applicable aux instruments électro-magnétiques* (26 août 1907).

581 890. — **Vannaisse.** — *Interrupteur électrique à clé de sûreté* (14 septembre 1907).

581 818. — **Firme Robert Bosch.** — *Dispositif de fixation du couvercle dans les inflammateurs magnéto-électriques* (5 août 1907).

581 862. — **Lacroix et la Compagnie universelle d'acétylène.** — *Four électrique* (22 novembre 1907).

581 952. — **Hartenstein.** — *Four électrique* (17 septembre 1907).

581 964. — **Jaffray.** — *Perfectionnements aux appareils pour le dépôt galvanoplastique des métaux et de leurs alliages* (17 septembre 1907).

582 058. — **Stone Stone.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fil* (2 août 1907).

582 059. — **Stone Stone.** — *Système récepteur pour la télégraphie sans fil* (2 août 1907).

582 105. — **Gallonier.** — *Perfectionnements au réglage du microphone solidback* (20 septembre 1907).

582 172. — **Eisenstein.** — *Procédé pour la télégraphie simple et multiple par un fil unique* (25 septembre 1907).

582 173. — **Marconi's Wireless Telegraph C° Limited.** — *Perfectionnements aux transmetteurs pour télégraphie sans fil* (25 septembre 1907).

582 174. — **Marconi's Wireless Telegraph C° Limited.** — *Transmetteur pour télégraphie sans fil* (25 septembre 1907).

582 182. — **Association des ouvriers en instruments de précision.** — *Appareil téléphonique à main* (24 septembre 1907).

582 260. — **Coombs.** — *Perfectionnements aux diaphragmes d'appareils phonographiques et téléphoniques* (27 septembre 1907).

582 113. — **Rabbidge.** — *Accumulateur électrique perfectionné* (20 septembre 1907).

582 149. — **Rickmann.** — *Induit pour appareils d'allumage* (25 septembre 1907).

582 047. — **Pouzot.** — *Galvanomètre* (14 août 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Énergie électrique du Centre.** — L'assemblée générale ordinaire de cette Société s'est tenue le 4 novembre 1907,

Digitized by Google

ayant à prendre connaissance des comptes et des résultats de l'exercice 1906-1907, comportant exceptionnellement dix-huit mois, par suite de la décision prise par l'assemblée générale extraordinaire du 30 avril 1907, qui a reporté au 1er juillet le début de chaque exercice social.

De plus, il a été apporté d'importantes modifications dans la situation de la Société, notamment l'augmentation du capital, qui en deux séries a été porté de 2500000 fr à 6 millions de francs.

L'exploitation de cette Société comprend trois secteurs dont nous allons parler successivement : le Secteur du Cher, le Secteur du Roannais et le Secteur de la Loire.

En ce qui concerne le Secteur du Cher, il y a lieu de signaler la mise en service en janvier 1907 de l'usine à vapeur de Montluçon dotée d'une turbine Curtis de 1100 kilowatts. Avec cette usine furent desservis les premiers clients de force motrice et l'éclairage fut assuré dans les communes concédées. De plus fut inaugurée la livraison régulière, à la Compagnie du gaz de Montluçon, de l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage dans cette ville.

Actuellement le réseau primaire ainsi que les réseaux secondaires dans les communes sont terminés et la Société poursuit normalement l'exécution des travaux de son barrage sur le Cher.

Au point de vue commercial, des contrats importants ont été passés avec la Société des aciéries de Chatillon et Commentry pour la fourniture de 370 poncelets environ à Commentry et de 60 poncelets à Montluçon, avec la Société des fers creux pour la fourniture de l'énergie nécessaire à la marche de son usine et avec la Compagnie des mines d'or d'Evaux.

Dans ce secteur, la direction pense avoir acquis la clientèle minima sur laquelle elle croyait pouvoir compter, et reste confiante dans le développement ultérieur des affaires d'énergie électrique.

Au sujet du Secteur Roannais, il y a lieu de mentionner la construction, à Roanne, d'une usine à vapeur de 3700 poncelets environ, en bordure sur la Loire, bien placée pour l'arrivée des charbons.

Cette usine à vapeur est destinée à servir de secours aux installations hydrauliques devant fournir l'énergie électrique dans cette région.

La construction d'un réseau primaire est envisagée pour desservir les principaux centres industriels et à la suite de pourparlers engagés pour la fourniture du courant dans les diverses communes, des contrats ont été signés et d'autres très importants sont en préparation.

La direction de cette Société compte, dans cette région, pouvoir commencer à fournir l'énergie vers le mois d'août 1908 et être en mesure d'assurer un service complet à la fin de cette même année.

Quant au Secteur de la Loire, les choses s'y trouvent encore plus avancées, car l'exploitation bat son plein. Depuis le 1er mars la Société assure la fourniture de l'énergie à la Compagnie électrique de la Loire, dans laquelle elle possède une importante participation et cela en dehors des contrats passés avec la Compagnie des chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne à Firminy et Rive-de-Gier, avec la Compagnie des tramways de Saint-Étienne et avec la Société d'électricité de Saint-Chamond.

En outre une exploitation commune a été organisée dans la vallée du Gier avec la Société grenobloise de force et lumière.

Enfin, la Société a entrepris la construction d'une ligne de transport d'énergie à 30000 volts, depuis son usine de Montaud jusqu'à Rive-de-Gier. Cette construction doit être achevée au début même de cette année.

Pour assurer le service général, la Société a été amenée à s'adresser à des possesseurs de chutes pouvant lui livrer l'énergie en deux points voisins de ses principaux centres d'exploitation : Rive-de-Gier et Roanne.

C'est dans ce but qu'un contrat fut passé avec M. Mollard, ingénieur, contrat rétrocédé à la Compagnie électrique du Midi pour la fourniture en ces points de quantités importantes d'énergie. Des engagements ont été pris par la Compagnie électrique du Midi pour la livraison, fin 1908, de 2250 poncelets, la livraison complémentaire devant être faite au fur et à mesure des demandes jusqu'au 1er décembre 1915.

Au 1er juillet 1907 furent ouverts les comptes d'exploitation, mais il n'est pas douteux que l'exercice 1907-1908 ne sera encore qu'un exercice de transition.

Quant à la partie financière, le bilan exposé ci-dessous représente la situation arrêtée au 30 juin 1907.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Secteur du Cher : | |
| Terrains | 581 727,86 fr. |
| Barrage et usine électro-hydraulique sur le Cher | 672 531,21 |
| Usine à vapeur de Montluçon | 694 686,42 |
| Postes, réseaux primaires et secondaires | 1 291 815,09 |
| Réseaux téléphoniques | 15 557,55 |
| Secteur de la Loire : | |
| Postes, réseaux primaires et secondaires | 10 545,96 |
| Secteur du Roannais : | |
| Postes, réseaux primaires et secondaires | 10 259,45 |
| Mobilier et outillage | 41 976,35 |
| Apports | 500 000,00 |
| Frais de premier établissement | 276 606,55 |
| Portefeuille et contrats | 4 680 278,00 |
| Débiteurs : | |
| Actionnaires | 1 717 000,00 |
| Cautionnement spécial | 150 000,00 |
| Compagnie électrique du Midi | 1 000 000,00 |
| Divers | 55 137,25 |
| Caisses | 16 202,19 |
| Banquiers : | |
| Société générale | 6 537,60 |
| Crédit lyonnais | 771,35 |
| Offroy-Guiard | 750,45 |
| Banque transatlantique | 150 778,95 |
| Berthoud et Cie | 179 771,25 |
| Total | 11 812 915,46 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital : | |
| Actions de priorité | 5 500 000,00 fr. |
| Actions ordinaires | 500 000,00 |
| Intérêts intercalaires | 727,20 |
| Créditeurs divers | 97 000,00 |
| Avances en banques et diverses | 4 715 186,26 |
| Bénéfice spécial | 1 000 000,00 |
| Total | 11 812 915,46 fr. |

Par suite des résolutions votées par l'assemblée, le bénéfice spécial de 1 million a été consacré pour 50000 fr à l'amortissement du compte Premier établissement et pour 950000 fr à l'amortissement du compte Portefeuille et contrats.

L'assemblée générale a fixé à 15000 fr les jetons de présence du Conseil d'administration pour l'exercice 1907-1908, et confirmé la nomination comme administrateur de M. Jeramec et nommé commissaires des comptes MM. de Villèle, Édouard Hentsch et Marcel Forret, en accordant pour les trois commissaires réunis une rémunération de 1200 fr.

De plus, l'assemblée générale a donné au Conseil d'administration l'autorisation d'émettre en une ou plusieurs fois des obligations jusqu'à concurrence d'une somme totale de 6 millions.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 126. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17 Année — N 388. 25 Février 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


## SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Exposition internationale de l'Automobile agricole à Bourges. — Essais des isolateurs en porcelaine pour hautes tensions. — Épuration des eaux par l'électricité. — Extraction du zinc par le four électrique. — Les chemins de fer électriques à courants alternatifs simples. — Lampe à arc sans régulateur. — Dynamos pour turbines à vapeur. — Application indirecte des accumulateurs dans une distribution d'énergie par courants alternatifs. . . . 73

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements :* Cusset. Le Havre. Perpignan. Pont-du-Loup. Urs. — *Étranger :* Eglisau. La Dr u. Tramonti. . . . . 76

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SUISSE (*Suite*). **A. Z.** . . . . . 77

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES ESSAIS DES MACHINES ÉLECTRIQUES ET COMPARAISON DES PRESCRIPTIONS DES DIVERS RÈGLEMENTS. **F. Loppé.** . . . . . 79

ISOLATEURS POUR HAUTES TENSIONS. **H. A.** . . . . . 88

PARTICULARITÉS DE L'ARC A LA MAGNÉTITE. **A. B.** . . . . . 90

OHMMÈTRES A LECTURE DIRECTE de MM. Evershed et Vignoles. **A. S.** 91

DÉTERMINATION DE L'INTENSITÉ LUMINEUSE HORIZONTALE DES LAMPES A INCANDESCENCE. **A. B.** . . . . . 91

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 23 décembre 1907* : Sur les diélectriques liquides, par M. **Louis Malclés.** — Les conditions de rendement maximum pour les appareils téléphoniques, par MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel.** . . . . . 92

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 5 février 1908* : L'emploi du galvanomètre Abraham pour la mesure des différences de phase et de ses applications à la téléphonie, par M. **Devaux-Charbonnel.** — Les voitures mixtes pétrolée-électriques et les transmissions électriques, par M. **Gasnier.** . . . . . 94

LÉGISLATION ET JURISPRUDENCE — Accidents du travail. Indemnité journalière. Apprenti. — Assurance contre les accidents. Intoxication saturnine. — Brevet pris en France et à l'étranger. Durée. Domaine public. — Enregistrement. Acte administratif. — Syndicat professionnel. **Adrien Carpentier.** . . . . . 95

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Informations :* Compagnie parisienne de distribution d'électricité. — Société des Forces motrices de la Haute-Durance. — Société française de Distribution et de Constructions électriques. — Tramways de Rotterdam. . . . . 96


## INFORMATIONS

**Exposition internationale de l'Automobile agricole à Bourges.** — L'Automobile Club du Centre a décidé, dans son assemblée générale du 18 décembre dernier, d'organiser la première exposition agricole du moteur automobile appliqué à l'agriculture et de l'alcool industriel, à Bourges, dans le courant de l'été prochain.

L'exposition durerait dix jours.

Des épreuves spéciales de machines agricoles actionnées par des moteurs ou tracteurs automobiles, de véhicules automobiles agricoles et de matériel automobile d'incendie auraient lieu pendant la durée de l'exposition.

Cette manifestation sans précédent présentera un double intérêt : elle permettra aux cultivateurs de se rendre compte des avantages du moteur automobile pour les usages de la ferme en raison de la facilité de mise en marche, de l'économie, de la simplicité et de la sécurité : elle prouvera que les Sociétés d'encouragement de l'industrie automobile cherchent à favoriser l'agriculture et plus particulièrement l'utilisation de l'alcool industriel.

Le Comité de l'A. C. C. a fait appel à toutes les bonnes volontés dans un très large esprit d'union et de solidarité, sans distinction d'opinions, pour la constitution des différentes commissions d'organisation.

**Essais des isolateurs en porcelaine pour hautes tensions.** — Les tensions de 30 000, 50 000 volts et même davantage, que présentent certaines lignes de transmission d'énergie, nécessitent des isolateurs d'une construction parfaite, et par conséquent sévèrement contrôlés avant leur livraison. Aussi les grandes fabriques de porcelaine ont-elles, pour la plupart, des laboratoires destinés à ce contrôle des isolateurs sous une tension très élevée. M. Weicker décrit dans l'*Éclairage électrique*, des 14 et 21 décembre, celui de la fabrique d'Hermsdorf-Klosterslausnitz, en Saxe, qui est remarquable par son importance.

On y trouve les dispositifs nécessaires :

1° Pour soumettre chaque partie de l'isolateur avant son montage, ou l'isolateur terminé, à un essai de résistance d'isolement;

2° Pour déterminer sous quelle tension l'arc s'amorce entre le bord de la cloche et la tige, et pour fixer en conséquence la tension maximum à appliquer en service à l'isolateur;



Digitized by Google

5° Pour essayer la résistance mécanique de l'isolateur, contrôler la qualité de la porcelaine, etc.

Les essais portent quotidiennement sur environ 5000 isolateurs.

Pour l'essai d'isolement, les appareils sont renversés et engagés dans des planches perforées immergées dans un bac dont l'eau est reliée à l'un des pôles; l'intérieur des isolateurs est aussi rempli d'eau reliée à l'autre pôle. Le bac et les conducteurs sont isolés du sol, des murs et du plafond avec le plus grand soin. Les essais se font sous tension de 50 000 à 150 000 volts, au moyen de transformateurs, dont les conducteurs traversent les murs dans des fourreaux isolants résistant à 200 000 volts.

Le laboratoire possède comme sources d'électricité deux dynamos à enroulements combinés donnant du continu, de l'alternatif, du diphasé ou du triphasé.

Les essais durent un quart d'heure sous une tension au moins double de celle que doivent supporter normalement les isolateurs. Quand un isolateur en essai vient à céder, il en résulte un court-circuit, qui déclenche le disjoncteur du circuit sur lequel il se trouve, ainsi qu'une sonnerie d'appel et un indicateur désignant l'isolateur défectueux.

Les salles d'essai sont pourvues des systèmes nécessaires pour produire une pluie artificielle ou saturer l'atmosphère d'humidité. Les isolateurs peuvent aussi être essayés à l'air libre.

On a construit des isolateurs, d'un diamètre de 55 cm, pesant près de 50 kg, et supportant 200 000 volts.

Quand l'opérateur doit s'approcher du bac, il revêt un vêtement de sûreté en toile métallique. Des précautions minutieuses sont prises pour interdire l'accès des pièces à haute tension.

**Épuration des eaux par l'électricité.** — Des expériences ont été faites l'année dernière par la Compagnie de l'El Paso and Southern Railway (États-Unis) en vue de rechercher un moyen de diminuer la quantité de sels incrustants qui restent encore dans certaines eaux de mauvaise qualité après qu'on les a traitées par la chaux et le carbonate de soude comme on le fait d'ordinaire. Lorsque, pour diminuer cette quantité, on augmentait la proportion de ces produits chimiques au delà d'une certaine limite, on obtenait une eau qui moussait et ne pouvait plus servir à l'alimentation des chaudières de locomotives. Comme la partie de la ligne dans le voisinage de laquelle se trouvent ces mauvaises eaux, a une longueur de 206 kilomètres, on a essayé de diminuer leur dureté par un traitement électrique.

Les essais qui ont été faits, et qui sont rapportés dans l'*Engineering News*, du 5 décembre, par M. L. Campbell, montrent que ce traitement est très efficace, mais qu'il est beaucoup trop coûteux pour pouvoir être appliqué en dehors de certains cas très spéciaux : il consiste essentiellement à faire passer un courant à travers l'eau placée dans des cuves en bois au moyen d'électrodes en fer ou en aluminium disposées en série. Le poids des électrodes qui se dissout est proportionnel à la quantité d'eau traitée. Leur consommation correspond à une dépense assez considérable.

**Extraction du zinc par le four électrique.** — Les fours à cuve soufflés de grande capacité, employés pour le fer et le cuivre, ne sont pas applicables à la métallurgie du zinc, car le métal qui se forme à hauteur des tuyères est immédiatement transformé en oxyde très volatil et très difficile à condenser sans trop d'impuretés. En substituant aux tuyères des électrodes qui chauffent, au point voulu, sans apporter d'oxygène, on a pu tourner la difficulté.

Le *Mining World*, du 9 novembre, reproduit une conférence faite par M. F. Snyder, au sujet d'un pareil four, à la Tristate Mining Association.

Comme dans les hauts fourneaux à fonte de fer, et par des procédés identiques, le minerai est chargé au gueulard, le zinc se condense dans le four même et les matières étrangères sont expulsées à l'état de scories. Déjà, des fourneaux de ce type, d'une production annuelle de 5000 tonnes, fonctionnent aux États-Unis.

Pour montrer les avantages de ce traitement électrique, l'auteur compare deux installations d'une capacité annuelle de 25 000 tonnes, l'une employant l'énergie électrique, l'autre faisant usage des anciens fours à cornues.

Les frais de premier établissement sont à peu près les mêmes dans les deux cas; mais, avec le nouveau procédé, la main-d'œuvre revient environ aux trois quarts de celle qu'elle coûte dans les anciennes installations les mieux exploitées. Or cette main-d'œuvre est considérable et augmente de beaucoup le prix de revient.

Les minerais grillés passés dans ces fourneaux peuvent être moins désulfurés; une teneur de 6 pour 100 en soufre donne d'aussi bons résultats qu'un minerai grillé à 1 pour 100 dans le traitement au four à cornues. Cet avantage se traduit par une diminution des frais de grillage.

Le poids des scories est environ la moitié de celui obtenu avec les cornues et tombe, approximativement, au quart du poids du minerai brut.

Le traitement dépend peu de l'habileté des ouvriers; la composition des lits de fusion et l'intensité du courant influent presque seuls sur l'allure du four, et, par conséquent, sur le rendement et la nature des produits obtenus: par tonne de minerai brut, le traitement aux cornues seul dépense environ 1800 kg de charbon, tandis que le four à cuve exige 900 poncelets-heures électriques. Au cas où l'énergie électrique serait produite par des machines à vapeur la consommation de charbon diminuerait de 50 pour 100 en faveur du nouveau procédé.

Tandis que le poids du charbon réducteur est de 400 kg dans l'ancien procédé, il tombe à 200 kg par tonne de minerai brut avec le nouveau.

Les frais d'entretien et de remplacement des électrodes sont à peu près la moitié de ceux des cornues et l'exploitation se trouve déchargée de la fabrication très délicate de ces produits réfractaires.

Avec les cornues, la séparation magnétique des blendes plombifères et ferrifères doit être poussée très loin; au contraire, avec le four électrique, la présence du fer est nécessaire pour entraîner la silice à l'état de silicate de fer. On compte qu'un minerai à 50 pour 100 de zinc dépourvu de chaux doit contenir au minimum 8 pour 100 de fer.

Du fait que dans le four électrique le plomb est extrait en même temps que le zinc, les scories s'écoulant seules, il résulte une économie dont l'auteur montre l'importance en citant plusieurs exemples.

Le traitement électrique permet l'emploi de minerais calcaires, la présence de la chaux étant indispensable dans la composition des lits de fusion.

**Les chemins de fer électriques à courants alternatifs simples.** — La *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnverw.*, du 27 novembre, résume les progrès, au point de vue de leur extension, des lignes à traction électrique par moteurs alternatifs mono ou triphasés pendant ces dernières années.

Dans cet article, on rappelle d'abord les avantages, sur la traction par courants continus, de la traction par courants alternatifs et, principalement, par courants alternatifs simples, puis on donne, sous la forme d'un tableau, une statistique des lignes à traction par courants alternatifs simples, actuellement exploitées ou en construction.

Ce tableau mentionne en tout 36 applications, dont 3 en Allemagne, 2 en Suisse, 5 en Italie, 2 en Autriche, 1 en Belgique, 1 en Hollande, 2 en Angleterre, 1 en Suède, 17 aux

Digitized by Google

États-Unis, et enfin 2 en France : une locomotive, système Auvert et Ferrand, pour la Compagnie P.-L.-M. en construction dans les ateliers de la Société Alioth; puis la ligne de Tergnier à Anizy, équipée par la Société Westinghouse, dont nous avons parlé.

Sur toutes ces lignes, le courant est amené à la locomotive par des câbles aériens sous une tension très élevée et est ensuite, soit transformé sur la locomotive, soit envoyé directement aux moteurs.

Jusqu'à présent, c'est aux États-Unis qu'on fait usage des tensions les plus élevées : 60000 volts dans les feeders et 11000 volts dans le conducteur aérien (ligne de Rochester-Avon, de l'Erié Railroad).

**Lampe à arc sans régulateur.** — M. Arendt publie, dans la *Zeits. für Elektrotechnik und Maschinenbau*, du 6 novembre, une étude sur les lampes à arc sans régulateur. Il rappelle d'abord les diverses tentatives faites dans ces derniers temps pour simplifier la construction de la lampe à arc en inclinant les charbons ou en les disposant côte à côte, et décrit ensuite la lampe sans régulateur du système Beck.

Celle-ci est du type à deux charbons inclinés. L'un de ces charbons est monté dans un support mobile autour d'un axe horizontal et dont la position en hauteur dépend de celle de l'autre charbon, tandis que ce dernier peut glisser le long d'une tige métallique qui lui amène le courant; il est, en outre, muni d'une baguette latérale saillante par laquelle il prend appui sur une butée fixe placée dans le voisinage immédiat de sa pointe.

Au repos, les deux charbons se touchent par les pointes; en marche, ils sont écartés l'un de l'autre par un levier actionné par un électro-aimant. La descente simultanée des deux charbons est réglée automatiquement par l'usure de celui qui repose sur la butée, et celle-ci est connectée directement au même pôle de la source d'électricité que le charbon qui la touche, pour diminuer la résistance de la lampe et régulariser la consommation de courant.

**Dynamos pour turbines à vapeur.** — On connaît les difficultés que présente la construction des dynamos à très grande vitesse, telles que celles qui sont accouplées aux turbines à vapeur : difficultés d'ordre mécanique, qui limitent la vitesse périphérique de l'induit, et difficultés d'ordre électrique en ce qui concerne le bon fonctionnement du collecteur.

M. R. Pohl a fait, à ce sujet, devant l'Institution of Electrical Engineers, une conférence que reproduit l'*Electrician*, du 29 novembre.

Il considère tout d'abord que, alors que dans les machines à marche lente, la seule condition de bon fonctionnement du collecteur est celle de la commutation sans étincelles, un nouveau facteur doit être pris en considération dans les machines rapides pour éviter les coups de feu autour du collecteur : la tension entre lames doit rester au-dessous de 40 volts. Il montre que cette condition, jointe à celle de ne pas dépasser une vitesse de 75 m par seconde, limite la longueur de l'induit (à 45 cm environ) et, par suite, le flux total dont est susceptible un induit de diamètre donné.

Il calcule ensuite une table des puissances maxima possibles en fonction du diamètre, pour une vitesse linéaire donnée (75 m par seconde) et établit une courbe des puissances maxima en fonction des vitesses. Cette courbe montre que, pour les puissances au-dessus de 500 kw, la dynamo doit tourner à une vitesse angulaire plus faible que celle qui conviendrait à la turbine.

Il étudie ensuite les dynamos homopolaires, et montre qu'elles ne sont réalisables qu'avec des poids d'acier excessifs. Il examine donc les moyens applicables pour augmenter la puissance spécifique des machines à collecteurs, et propose les suivants :

1° Augmentation des vitesses linéaires, par l'emploi de matériaux plus résistants;

2° Redressement de la caractéristique du champ de commutation, par l'intercalation de résistances variables avec la température et, par suite, avec l'intensité;

3° Perfectionnement dans la construction des collecteurs, pour retarder les coups de feu;

4° Modification dans l'enroulement de l'induit, par l'emploi de connexions additionnelles, à self-induction compensée, pour réduire la tension de réactance.

**Application indirecte des accumulateurs dans une distribution d'énergie par courants alternatifs.** — L'extension croissante des « besoins électriques » en Suisse a amené notamment la ville de Zurich à augmenter sensiblement ses moyens de production du courant, pour pouvoir mieux répondre à la demande.

La nouvelle usine génératrice de Zurich est en construction sur l'Albula, dans le canton des Grisons, et à une distance de 130 km du centre d'utilisation.

La tension initiale sera de 10000 v en courants triphasés.

Deux feeders indépendants longeront séparément les deux rives du lac et aboutiront à une sous-station de transformation, située au Letten (faubourg de Zurich).

Ce mode double de canalisation n'a pas pour but seulement l'augmentation de la section des câbles, en raison de la longueur de la ligne, mais aussi une mesure de sécurité en cas de rupture des conducteurs. Mais la prévoyance des auteurs du projet ne s'en est pas tenue là.

Une interruption dans la distribution du courant, de si courte durée soit-elle, pouvant, dans une ville comme Zurich, avoir les plus graves conséquences, toutes les précautions possibles ont été prises afin de parer à toutes chances d'arrêt.

A cet effet, la sous-station du Letten comporte une installation de réserve qui pourra, au besoin, suppléer à l'installation primaire de l'Albula, et, pour fournir l'énergie pendant le temps évalué nécessaire à la mise en marche des unités de secours, la sous-station sera complétée prochainement par l'adjonction d'une batterie d'accumulateurs qui devra donner, pendant une durée de 15 minutes, une puissance de 3500 kw.

Les réseaux d'utilisation de la ville de Zurich sont de deux sortes :

1° Éclairage : canalisation à 2000 v en courant alternatif simple.

2° Force motrice : canalisation à 6000 v en courant triphasé.

Ce second réseau ne comprend pas de réserve. Il est alimenté directement par le courant triphasé à haute tension, au moyen de transformateurs statiques.

Pour le premier réseau (éclairage), la transformation du courant primaire triphasé en courant alternatif simple, s'opérera au moyen d'un groupe transformateur rotatif comprenant : un alternateur-récepteur triphasé, alimenté par ligne de l'Albula, auquel seront accouplés directement une dynamo à courant continu et un alternateur à courant alternatif simple.

On conçoit que, en service normal, le récepteur triphasé entraînera la dynamo et l'alternateur à courant alternatif simple, celui-ci alimentant le réseau d'éclairage de la Ville, comme il est décrit plus haut, et la dynamo tournant généralement à vide.

Mais, si une interruption vient à se faire brusquement sur le primaire de l'Albula, un dispositif approprié mettra en action la batterie d'accumulateurs qui débitera alors sur la dynamo, fonctionnant comme génératrice; à son tour, la dynamo entraînera, d'une part l'alternateur à courant alternatif simple, qui continuera à alimenter le réseau à 2000 v, tandis que l'alternateur triphasé fonctionnera à vide. Ce changement de régime s'opérera ainsi, sans que les abonnés puissent s'apercevoir de la substitution.

Digitized by Google

Le rôle de la batterie ne devra pas se borner à ce service essentiellement accidentel; mais elle sera, de plus, utilisée d'une manière régulière pendant la journée, sur le réseau des tramways de la ville de Zurich, comme batterie-tampon.

La batterie se composera de 550 éléments, d'une capacité de 6000 ampères-heure, pendant un quart d'heure.

Ajoutons, en terminant, que la fourniture de la batterie, qui, par ses dimensions peu usitées et ses conditions spéciales de fonctionnement, constitue un ensemble des plus intéressants, a été confiée à la Fabrique suisse d'accumulateurs, Société anonyme, de Olten (Suisse).

Cette conception originale d'une application vraiment pratique est d'ailleurs tout à l'honneur de l'initiative des administrateurs des Services électriques de la ville de Zurich.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Cusset (Allier).** — *Distribution d'énergie électrique.* — La Compagnie du Bourbonnais, qui détient actuellement le monopole de l'éclairage de Cusset, s'engage à fournir l'énergie électrique tant pour l'éclairage que pour la force motrice, mais sous réserve que le privilège qu'elle possède pour l'éclairage ne s'étendra pas à la force motrice. On laisse ainsi le droit à la ville de Cusset d'autoriser à l'occasion d'autres Sociétés de canaliser les rues pour distribuer l'énergie pour la force motrice.

Le réseau primitif devra être installé dans le délai de deux années et s'étendra sur une longueur de 3 km. La canalisation sera souterraine, mais elle pourra toutefois devenir aérienne dans un cas de force majeure. Le prix maximum de l'énergie reste fixé à 10 centimes par kilowatt-heure pour les particuliers.

La durée de la concession est prorogée pour 20 ans, jusqu'au 15 août 1950.

**Le Havre.** — *Fin de concession.* — Nous apprenons qu'une Compagnie parisienne de distribution d'énergie électrique vient de faire des offres de services, sans monopole, à la ville du Havre, à l'expiration du privilège de la Société d'énergie électrique.

**Perpignan (Pyrénées-Orientales).** — *Traction électrique.* — Un décret du 26 décembre 1907 déclare d'utilité publique l'établissement d'une ligne de tramways entre le carrefour du Vernet à Perpignan et la ville de Rivesaltes.

La ville de Perpignan rétrocède cette ligne à la Compagnie centrale des tramways électriques.

**Pont-du-Loup (Hautes-Alpes).** — *Station centrale.* — Un arrêté préfectoral en date du 10 janvier dernier, déclare ouverte une enquête d'utilité publique sur le projet présenté par les ingénieurs des Ponts et Chaussées en vue de la création d'une usine hydro-électrique au Pont-du-Loup sur le Drac, près du Glazil, et destinée à fournir l'énergie électrique nécessaire à l'exploitation du chemin de fer de la Mure à Gap.

**Urs (Ariège).** — *Station centrale.* — On construit à Urs, petite commune située à 2 km de Luzenac et à 5 km des Cabannes, une usine électrique pour les usines de talc de Luzenac.

Les nombreuses chutes que possède l'Ariège sont un puissant élément de l'industrie et rendent d'incomparables services à ceux qui savent en tirer parti.

Bientôt toutes les communes riveraines seront éclairées à peu de frais et les industriels eux-mêmes jouiront d'avantages considérables grâce à l'ingéniosité de ceux qui exploitent déjà les richesses des montagnes de l'Ariège.

### ÉTRANGER

**Eglisau (Suisse).** — *Station centrale.* — La *Schweiz. Bauzeit.*, du 23 novembre, publie le résumé d'un projet d'usine hydro-électrique à établir sur le Rhin, à Eglisau, non loin de Winterthur, et utilisant en même temps des chutes artificielles créées sur la Glatt et la Toss, affluents du Rhin, au moyen de deux barrages-réservoirs. Une carte de la région, jointe à cet exposé, permet de saisir les dispositions générales prévues par les auteurs du projet, MM. Bosshard et Fischer-Reinau.

Pour réaliser une station centrale susceptible de faire face à des demandes de courant très variables suivant les époques et suivant les heures de la journée, sans recourir à l'installation onéreuse de groupes de secours à vapeur, on constituerait la réserve d'énergie par les deux barrages-réservoirs précités, l'un de 4 800 000 m³ sur la Glatt, et l'autre également très important, communiquant avec le premier par un tunnel de 7 km. Du barrage sur la Glatt partiraient les conduites forcées aboutissant à l'usine, qui comprendrait ainsi des turbines à basse pression (5 à 9 m de hauteur d'eau) pour le Rhin et des turbines à haute pression (55 m de hauteur d'eau) pour le service d'appoint.

Le Rhin pourrait fournir au moins 12 000 poncelets, d'une façon continue, et le réservoir de la Glatt 1500 à 2250 poncelets; celui de la Toss, qui serait exécuté en dernier lieu, apporterait encore 2250 poncelets.

Ce projet a été présenté par ses auteurs et discuté à la réunion de novembre de l'Union des Ingénieurs de Zurich.

**La Drau (Autriche).** — *Stations centrales.* — Nous lisons dans *Elettricita*, que le gouvernement autrichien vient d'accorder à MM. Romberg et Ruesch, le droit d'utiliser l'énergie hydraulique obtenue en pratiquant une dérivation sur les eaux du lac Millstaetter.

Trois usines hydro-électriques seront construites dans ce but : l'une d'elles, située dans la vallée de la Drau, fonctionnera sous une chute de 85 m.. Les autres usines utiliseront des chutes de 17 m et de 100 m. La station centrale de la Drau est prévue pour recevoir 12 machines de 4000 kw, dont 2 servant de secours.

L'usine établie avec la chute de 17 m alimentera trois groupes de 1500 kw, elle servira à parer aux diminutions de puissance des autres usines par les temps de sécheresse. Enfin la troisième station est prévue pour fournir une puissance de 14 000 kw.

Des contrats ont été passés entre le gouvernement et les producteurs d'énergie pour la fourniture éventuelle de courant au réseau de chemin de fer reliant le district de Voralberg à la Suisse.

**Tramonti (Italie).** — *Station centrale.* — Une importante station centrale vient d'être mise en service à Tramonti; elle utilise une chute d'environ 27 m de hauteur et d'un débit de 50 m³ par seconde, formant le premier gradin de la dérivation de la rivière Pescara, exploitée par l'Electro-Chemical Cᵉ. Cette société dispose, sur cette dérivation, d'une hauteur de chute totale de 99 m, et installe actuellement une deuxième station génératrice à Piano d'Orte, sur la côte ouest de la province des Abruzzes, pour utiliser le reste de la chute disponible.

Digitized by Google

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

DES

# INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

DE LA SUISSE

(SUITE [1])

II. LES TURBINES HYDRAULIQUES DES USINES ÉLECTRIQUES SUISSES. — Les types de turbines utilisées dans les usines électriques dépendent de la hauteur de chute qu'elles utilisent et du débit qui les traverse, mais quels que soient la hauteur de chute utilisée et le débit, toutes les turbines des usines hydro-électriques doivent satisfaire à deux conditions principales : elles doivent avoir une vitesse angulaire assez grande pour qu'on puisse les accoupler directement à des alternateurs; il faut, en outre, lorsqu'on exploite des sources d'énergie importantes, qu'il soit possible de réaliser avec elles des unités de grande puissance, quelle que soit la hauteur de chute utilisée.

La condition relative à la vitesse angulaire est facilement réalisée dans les turbines de hautes chutes, car l'eau possède de très grandes vitesses à sa sortie du distributeur. Pour les très hautes chutes comme celles de *Vouvry* (920 m), de *Chippis* (550 m), de *Pissevache* (550 m), du *Brusio* (400 m), de la *Dernier* (234 m), la vitesse de l'eau à sa sortie du distributeur conduirait même à dépasser pour la turbine les limites de vitesse angulaire imposées pour la commande des alternateurs si l'on acceptait des vitesses périphériques (de 60 à 100 mètres par seconde), beaucoup plus grandes que celles qui sont généralement admises (30 m : s). Cela conduit à adopter, dans la construction, des métaux, tels que l'acier fondu, résistant à ces vitesses périphériques élevées.

Pour réaliser des turbines de grande puissance (Chippis, 5500 chevaux; La Dernier, 1600 chevaux) avec de telles chutes, il suffit que le distributeur laisse passer un mince filet d'eau. Ces turbines sont à injection partielle; elles opèrent par impulsion.

Le volume d'eau qui les traverse est d'autant plus grand pour une puissance donnée que la chute est moins élevée, et on est obligé parfois, pour réaliser des turbines puissantes destinées à fonctionner sur des chutes relativement basses, de constituer le distributeur au moyen de plusieurs ajutages disposés tangentiellement à la roue.

Les turbines de La Dernier (chute de 234 m de hauteur) comprennent deux ajutages tangentiels.

Quelquefois, lorsque la vitesse périphérique de la roue et, par suite, la hauteur de chute, conduisent à adopter un diamètre de roue relativement faible, il n'est pas commode de faire débiter plusieurs ajutages dans une seule roue, et alors on constitue les turbines de grande puissance en calant plusieurs roues sur le même arbre.

Les turbines de 500 chevaux, de la station de Kubel Saint-Gall, utilisent une chute de 80 mètres et elles possèdent deux roues calées sur le même arbre.

*Turbines pour hautes chutes.* — Toutes les turbines pour hautes chutes ressemblent plus ou moins à la roue de Pelton, ou à la roue à cuillers ou à augets. Elles sont à injection partielle; centripètes ou hélicoïdes.

La maison Piccard et Pictet adopte pour les turbines de grande puissance et de hautes chutes des turbines centrifuges à injection partielle, généralement bilatérales. La maison Escher-Wyss emploie des roues de Pelton, avec une ou plusieurs injections, à partir de 40 à 50 mètres de hauteur de chute.

Comme les turbines de ce genre utilisent toutes de hautes chutes, il n'est pas indispensable que l'on cherche à utiliser la chute tout entière en s'imposant la sujétion de placer leurs arbres verticaux. En général, leurs arbres sont horizontaux, ce qui permet de placer les groupes électrogènes complets dans la salle des machines et facilite, par suite, leur surveillance. On perd ainsi une certaine hauteur de chute; pour rendre cette perte aussi faible que possible, on place le sol de l'usine aussi près que possible du niveau d'aval.

*Turbines de moyennes et de basses chutes.* — Au-dessous de 40 à 50 mètres de hauteur de chute, la réalisation des grandes puissances exige l'emploi de grands débits et, par suite, l'adoption de turbines à injection totale.

La construction de ces turbines ne présente aucune difficulté spéciale; cependant, plus la hauteur de chute est faible, plus il est difficile de leur donner une vitesse angulaire suffisante pour qu'elles puissent être accouplées directement à des alternateurs (qui sont généralement à fréquence relativement élevée, de 50 périodes par seconde). On conçoit tout d'abord qu'il y ait un intérêt majeur à ne rien perdre de la hauteur de chute. Si le niveau d'aval *était invariable*, il suffirait de placer l'orifice de sortie de la turbine à ce niveau; mais presque aucune chute ne réalise cette condition, et on est obligé de relever cet orifice pour éviter de noyer la turbine aux hautes eaux. Pour qu'une turbine fonctionne au-dessus du bief d'aval sans occasionner de perte de hauteur de chute, il est indispensable qu'elle soit réunie à ce bief par un *tube d'aspiration*.

Aussi, presque toutes les turbines de basses chutes (inférieures à 15 ou 20 mètres) ou de moyennes chutes (15 à 60 mètres) emploient l'aspiration.

Les turbines de moyennes chutes (15 à 60 mètres) peuvent être, grâce à l'aspiration, à axe horizontal. La maison Escher-Wyss construit pour l'exploitation de ces chutes des turbines Francis à axe horizontal.

L'aspiration permet de ne rien perdre de la hauteur

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 387, p. 55.



Digitized by Google

de chute, mais lorsqu'il s'agit de basses chutes, ce dispositif ne suffit pas pour donner aux turbines les vitesses angulaires nécessaires et on est obligé de diminuer le diamètre des roues, quitte à employer plusieurs roues calées sur le même arbre pour constituer les turbines de grande puissance.

Les basses chutes sont généralement exploitées au moyen de turbines à axe vertical (Chèvres, Rheinfelden). Elles sont à plusieurs étages d'aubes lorsqu'on veut obtenir de grandes puissances ou une puissance sensiblement constante, malgré la variation du niveau d'aval.

Les turbines de Chèvres sont à deux étages d'aubes, l'étage inférieur est établi pour donner le rendement maximum à la puissance de 1 200 chevaux sous la hauteur de chute normale (8,5 m), c'est-à-dire pendant la période des basses eaux.

Lorsque les crues du Rhône réduisent la hauteur de chute à 4,5 m, on fait débiter l'étage supérieur, et les aubages sont calculés de manière que les turbines donnent dans ces conditions une puissance de 800 chevaux à la même vitesse.

Les turbines de Rheinfelden sont à quatre étages. La faible hauteur de chute qu'elles utilisent a nécessité l'emploi de roues de faible diamètre; par contre, leur puissance exigeait qu'elles fussent traversées par un débit relativement grand; pour ces deux raisons, on a dû adopter plusieurs étages de roues de diamètre relativement petit. C'est le moyen qui est employé le plus souvent pour réaliser des machines puissantes, à vitesse suffisante pour qu'on puisse les accoupler directement à des alternateurs, lorsqu'on ne dispose que d'une faible hauteur de chute.

Dans les installations récentes, on emploie, pour les basses chutes, les turbines multiples à axe horizontal. Les turbines de Wangen-sur-Aare sont des turbines quadruples à axe horizontal et à chambre d'eau ouverte.

Toutes ces turbines sont à aspiration; elles fonctionnent par réaction et, dans le but d'obtenir le maximum de vitesse que soit susceptible de donner une chute de hauteur déterminée, on adopte de très grands degrés de réaction (0,7 à 0,8).

*Régularisation de la vitesse des turbines.* — Le service spécial des turbines de stations centrales exige que ces machines aient une vitesse constante, quelles que soient les variations du régime de charge.

Pour réaliser cette condition, le vannage de chaque turbine est commandé par un régulateur de vitesse. Le rôle de ce régulateur est d'assurer la constance approximative de la vitesse moyenne en régime permanent, de la charge nulle à la pleine charge. L'appareil doit donc être pseudo-isochrone.

En outre, s'il survient une variation brusque de charge donnant lieu à une période troublée, il faut que le régulateur rétablisse rapidement l'équilibre entre la puissance motrice et la puissance résistante en réduisant le nombre et l'amplitude des oscillations de vitesse qui se produisent dans ce cas; les régulateurs devront être munis de freins amortisseurs.

En ce qui concerne la liaison de l'appareil à l'organe de réglage du vannage, elle ne peut se faire directement en raison des efforts considérables à vaincre, et il est nécessaire d'effectuer la manœuvre du vannage au moyen d'un servo-moteur commandé par le régulateur. Ce servo-moteur peut être mécanique (Piccard et Pictet), hydraulique (Escher-Wyss) ou électrique. Il comprend toujours un organe moteur dont la puissance est en rapport avec la résistance à vaincre pour manœuvrer le vannage.

La liaison entre le tachymètre et le servo-moteur était assuré autrefois par un simple dispositif d'embrayage et de débrayage. Cette liaison est insuffisante et il est nécessaire que le vannage, ou son moteur auxiliaire, soit asservi au tachymètre. L'action du moteur doit, en effet, être très rapide (la fermeture complète doit pouvoir s'effectuer en moins de cinq secondes), lorsque les turbines commandent des alternateurs couplés en parallèle. Si l'asservissement n'était pas réalisé, le vannage aurait le temps de se fermer complètement avant que le régulateur ait pu intervenir pour empêcher cette fermeture et arrêter le vannage à la position convenable. Lorsque l'asservissement est réalisé, cet inconvénient ne se présente pas.

Malgré l'asservissement, le régulateur qui agit pour ramener la vitesse normale est soumis à une série d'oscillations qui ont pour effet de faire passer la vanne de part et d'autre de la position moyenne qu'elle devrait avoir pour une charge donnée.

En étudiant ces oscillations, on constate que la vanne occupe la position convenable peu après que la vitesse angulaire du régulateur est passée par son maximum ou son minimum. M. Léauté en a déduit qu'il suffisait, pour corriger une perturbation dans le temps le plus court possible, d'arrêter la vanne un peu après que les boules ayant cessé de monter ou de descendre, commencent à revenir en sens inverse de leur mouvement primitif. Les divers servo-moteurs réalisent plus ou moins cette dernière condition suivant leur organisation; mais, quel que soit le système, il y a toujours intérêt à amortir les oscillations de son appareil régulateur et, à cet effet, il y a lieu de le munir d'un frein de puissance convenable. Enfin, on sera conduit parfois à adopter des volants, non pas pour régulariser la vitesse pendant un tour, mais pour faciliter la régularisation de la vitesse moyenne après une variation du régime de charge.

En fait, les régulateurs de vitesse employés, qu'ils soient munis de servo-moteurs à commande hydraulique ou à commande mécanique, ont toutes les qualités requises pour s'opposer aux perturbations qui tendraient à décrocher des alternateurs accouplés en parallèle, aussi, ce genre d'accident est-il fort rare dans les stations hydro-électriques suisses.

*Usure des turbines.* — La question de l'*usure des turbines* est une de celles qui préoccupent le plus les cons-

Digitized by Google

tructeurs ainsi que les exploitants à l'heure actuelle.

Il semble résulter des observations faites sur un grand nombre de turbines fonctionnant dans des conditions différentes, que l'usure prématurée de ces machines peut être attribuée à plusieurs causes :

D'abord, au frottement de l'eau contre les aubes, lorsque cette eau est souillée d'impuretés solides. Ce genre de dégradation se manifeste par une usure régulière de toutes les aubes, et elle se constate dans toutes les turbines qui utilisent des eaux chargées de graviers ou de matières terreuses. Le remède consiste à améliorer la décantation.

Mais cette cause d'usure n'est pas la seule qui affecte les turbines, car on constate sur certaines d'entre elles une détérioration très rapide des aubes, bien que l'eau qu'elles utilisent soit *très pure*. Cette détérioration n'a pas, du reste, l'aspect d'une usure produite seulement par le frottement des graviers, elle paraît présenter les caractères d'une corrosion.

Ce genre d'usure se constate dans les turbines de hautes chutes sur les aubes elles-mêmes, ainsi que dans les turbines de moyennes et basses chutes à la jonction de la couronne extérieure avec les aubes.

En ce qui concerne les détériorations constatées sur les aubes de turbines de haute chute, M. le professeur Dalemont les attribue à des mouvements tourbillonnaires de l'eau dus aux chocs de la lame liquide contre les parois de l'aube, et le moyen qu'il préconiserait pour y remédier serait de chercher à empêcher ces tourbillons en laissant constamment la pression atmosphérique s'exercer sur la roue. Il conviendrait aussi d'éviter tout étranglement de la veine liquide à l'entrée dans les aubages.

En ce qui concerne les turbines de moyennes et de basses chutes, M. Piccard a remarqué qu'elles se détérioraient très rapidement lorsqu'elles fonctionnaient au sommet d'un tube de succion, c'est-à-dire employant l'aspiration. Il a constaté que ces détériorations se produisent le plus dans les régions où un *vide* tend à se former lorsqu'une turbine fonctionne de cette façon.

M. Piccard a conclu du très grand nombre d'observations qu'il a faites, que ce genre particulier de détériorations était dû à une *oxydation*. Il l'explique de la manière suivante : l'air dissous dans l'eau se dégage au sommet du tube d'aspiration dans les petites chambres barométriques qui tendent à se former en certains points de la roue mobile d'une turbine. L'oxygène est celui des deux gaz constituants qui se dégage le premier; c'est cet oxygène naissant qui ronge le métal en contact avec lui.

M. Piccard appuie son opinion sur un très grand nombre d'observations; la plus typique mérite d'être mentionnée : deux turbines de même puissance utilisaient la même eau, l'une d'elles fonctionnant par aspiration, et l'autre comme une turbine par impulsion; la première s'est usée en quelques mois, la seconde ne présente aucune trace sérieuse de détériorations après un fonctionnement de plusieurs années.

Pour remédier à cette usure anormale, il semble qu'il y aurait lieu de ne pas abuser, comme on l'a fait jusqu'ici, de l'aspiration et de la réduire au strict nécessaire. L'emploi de métaux moins oxydables que l'acier ordinaire, de l'acier au nickel, par exemple, présenterait, peut-être aussi, de l'intérêt dans ce cas particulier.

(*A suivre*) A. Z.

---

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES ESSAIS DES MACHINES ÉLECTRIQUES ET COMPARAISON DES PRESCRIPTIONS DES DIVERS RÈGLEMENTS

Comme on s'occupe beaucoup actuellement de la réglementation des essais des machines et appareils électriques et qu'une commission internationale vient d'être nommée pour s'occuper de cette question, il nous a paru intéressant de donner quelques renseignements à ce sujet et de comparer entre elles les prescriptions générales des règlements principaux.

Les essais des machines électriques doivent permettre de se rendre compte : des qualités de leur construction : de leur bon fonctionnement et de la puissance perdue dans leurs diverses parties. On a donc à distinguer 3 catégories d'essais et nous nous occuperons des méthodes générales à employer.

1° Vérification de la construction. — Les isolants doivent pouvoir résister aux tensions employées et même aux surtensions éventuelles, et en outre ils ne doivent jamais être soumis à des températures pouvant les endommager, même à la longue; on peut donc diviser les méthodes générales d'essais de la qualité, en deux classes : *a*, essais de l'isolement; *b*, mesures de l'échauffement.

a. *Essais de l'isolement.* — La mesure de la résistance d'isolement, soit entre les enroulements, soit entre ceux-ci et le bâti, ne permet pas d'affirmer la bonne qualité des isolants : car, d'une part, il faudrait pouvoir faire la mesure au moins à la tension normale de la machine, la valeur obtenue pour la résistance dépendant énormément de la tension d'essai; et, en outre, la valeur de la résistance dépend dans de grandes proportions de la température de la machine. L'isolement à froid est beaucoup plus considérable qu'à chaud; ainsi pour une machine dynamo, nous avons constaté un isolement à froid 14 fois plus considérable qu'à chaud (après un fonctionnement de longue durée).

Comme il est, la plupart du temps, impossible de se procurer, pour la mesure de la résistance d'isolement, du

Digitized by Google

courant à la tension normale de la machine, on renonce à la mesure de la résistance d'isolement ou tout au moins on la complète en soumettant les enroulements à des épreuves *de rupture* ou *de percussion*.

On soumet les isolants à une tension supérieure à la normale; la durée d'application de cette tension doit être d'une minute au moins, car ce n'est généralement qu'au bout de 30 à 40 secondes que la rupture se produit; de cette manière, en somme, on s'assure que la rigidité du diélectrique est suffisante sans avoir à mesurer la résistance.

L'épreuve de percussion doit être faite la machine étant neuve et ne doit être répétée qu'exceptionnellement, surtout dans le cas de machine à haute tension; en effet, la plupart du temps, par suite de dépôt de limailles et de poussières, la résistance d'isolement décroît sans que les isolants en souffrent et, en cas d'essai de percussion, les poussières peuvent former des ponts conducteurs qui provoquent la formation d'étincelles et d'arcs entraînant la rupture de l'isolant.

Nous examinerons les prescriptions des trois principaux règlements relatifs aux essais de machines qui sont, par ordre de date, celui de l'Institut des ingénieurs électriciens américains, celui de l'Association des électrotechniciens allemands et celui de l'Association française des propriétaires d'appareils à vapeur.

1. Au sujet de la *résistance d'isolement*, le règlement américain dit :

« Les essais de résistance d'isolement doivent, autant que possible, être exécutés à la tension de service.

« La résistance d'isolement de l'appareil complet doit être telle, qu'à la tension normale de service il n'y ait pas une perte de un millionième du courant de pleine charge; quand la valeur de la résistance ainsi déterminée dépasse un mégohm, un mégohm est suffisant. »

Le règlement allemand ne prévoit pas de mesure de résistance d'isolement.

Le règlement français dit : « Les machines d'une tension inférieure à 400 v devront présenter une résistance d'isolement $R = 5000\ U$, $R$ étant exprimé en ohms et $U$ étant la tension en volts. A partir de 400 v toutes les machines auront au moins une résistance d'isolement de 2 mégohms. Cette condition doit être remplie aussi bien à chaud qu'à froid, aussi bien chez le constructeur, qu'après la mise en route. »

2. *Essais de percussion ou de rigidité du diélectrique.* — Au point de vue de la durée de l'application de la surtension, le règlement américain prévoit une minute, le règlement allemand une demi-heure et le règlement français cinq minutes.

Le règlement américain ne parle pas de l'état de la machine, le règlement allemand dit qu'elle doit avoir atteint sa température maximum, et le règlement français que l'essai peut être fait la machine étant chaude ou froide.

Les trois règlements sont d'accord sur ce que ces essais ne doivent être entrepris qu'au moment de la réception de la machine et ne doivent pas être renouvelés, tout au moins sans précaution, car ils sont dangereux.

Quant au genre de la *tension* à employer, le règlement américain dit qu'elle doit être alternative et sinusoïdale, et que, quand elle ne l'est pas, sa distance disruptive (entre pointes d'aiguilles) doit correspondre à celle de la tension sinusoïdale.

Au règlement est annexé un tableau donnant la tension efficace sinusoïdale en kilovolts et la distance explosive correspondante en cm (entre pointes). D'après ce tableau la distance explosive croît un peu plus rapidement que la tension.

| Tension efficace en kilovolts. | Distance explosive en cm. | Tension efficace en kilovolts. | Distance explosive en cm. |
|---|---|---|---|
| 5 | 0,57 | 60 | 11,80 |
| 10 | 1,19 | 70 | 14,90 |
| 15 | 1,84 | 80 | 18,00 |
| 20 | 2,54 | 90 | 21,20 |
| 25 | 3,30 | 100 | 24,40 |
| 30 | 4,10 | 110 | 27,30 |
| 35 | 5,10 | 120 | 30,10 |
| 40 | 6,20 | 130 | 32,90 |
| 45 | 7,50 | 140 | 35,40 |
| 50 | 9,00 | 150 | 38,10 |

Le règlement allemand ne prévoit pas l'emploi d'un courant sinusoïdal; dans les commentaires officiels de ce règlement rédigés par M. Dettmar, il est dit qu'il faut éviter d'employer, pour l'essai, des machines donnant des courbes trop plates ou trop pointues et que toutefois cependant, comme la plupart du temps on passe par l'intermédiaire d'un transformateur, on arrive par ce moyen même à une forme de courbe se rapprochant d'une sinusoïde.

Le règlement dit en outre que les tensions d'épreuves indiquées sont valables sous condition que l'essai soit fait avec le genre de courant utilisé en service normal dans les enroulements.

Si des enroulements sont parcourus en service normal par du courant continu et doivent être essayés avec du courant alternatif (ce qui arrive en général), la tension d'essai pourra n'être que les sept dixièmes de la tension prévue par le règlement. Inversement les enroulements pour courant alternatif, que l'on essaie avec du courant continu (ce qui se présente rarement) doivent être soumis à une tension 1,4 fois plus élevée que celle indiquée par le règlement.

Le règlement français dit que la tension d'essai (autant que possible de même nature que le courant de la machine), sera appliquée entre les enroulements et la masse, et entre les enroulements qui ne sont pas en relation électrique.

Quant à la *tension d'essai*, le règlement américain fixe à 1000 v son minimum et à plus du double de la tension normale jusqu'à 2500 v; au double de la tension normale de 2500 à 10 000 v; de 10 à 20 000 v, à 10 000 v en plus de la tension normale; et à partir de 20 000 v, à 1,5 fois la tension normale.

Digitized by Google

D'après le règlement allemand, les machines jusqu'à 5000 v doivent être essayées au double de la tension normale, avec minimum de 100 v; entre 5000 et 10 000 avec une surtension de 5000 v et au-dessus de 10000 v à 1,5 fois la tension normale.

Le règlement français spécifie que jusqu'à 5000 v la tension d'essai doit être double de la tension normale et à partir de 5000 v la tension de rupture à l'essai est double de la tension de rupture au régime normal.

La tension fixée pour l'essai par le règlement américain est donc beaucoup plus élevée que celle fixée par les deux autres règlements dans les machines à basse tension, mais à partir de tension de 2 à 3000 v les prescriptions des trois règlements sont à peu près équivalentes.

Ainsi une dynamo à courant continu à 110 v devra être soumise lors de l'essai :

1° D'après le règlement américain pendant une minute à une tension alternative sinusoïdale efficace de 1000 v, si sa puissance est inférieure à 10 kw et a une tension de 1500 v, si sa puissance dépasse cette valeur;

2° D'après le règlement allemand pendant une demi-heure a une tension continue de 220 v ou à une tension alternative efficace de 154 v;

3° D'après le règlement français pendant cinq minutes de préférence à une tension continue de 220 v, ou au besoin, à une tension alternative efficace de même valeur.

b. *Mesures d'échauffement.* — L'énergie perdue dans une machine par suite de la résistance des enroulements, de l'hystérésis du fer, des courants de Foucault et des frottements mécaniques, se transforme en chaleur de sorte que la température de ses diverses parties s'élève.

Si on considère un conducteur de 1 m de longueur et de $s$ mm² de section, parcouru par un courant d'intensité de $I$ ampères, sa résistivité étant de $\rho$ ohms par m de longueur et mm² de section, la perte de puissance due à la résistance est $\frac{\rho I^2}{s}$ watts, c'est-à-dire de $\frac{\rho I^2}{s}$ joules par seconde, or 1 kgm vaut 9,81 joules et 1 calorie 424 kgm, de sorte que un joule vaut 0,00024 calorie; la quantité de chaleur dégagée par seconde sera donc :

$$0{,}00024 \frac{\rho I^2}{s} \text{ calories.}$$

Si $\delta$ est la densité du métal, le poids en kg par m du conducteur est $\frac{\delta s}{1000}$ et si $c$ est sa chaleur spécifique, il faudra $\frac{c\delta s}{1000}$ calories pour élever sa température de 1°.

L'élévation de température du métal (si d'autre part il ne se refroidit pas) est donc :

$$t_e = 0{,}00024 \frac{\frac{\rho I^2}{s}}{\frac{c\delta s^2}{1000}} = 0{,}24 \frac{\rho I^2}{c\delta s^2} \text{ degrés par seconde}$$

ou par heure $T_e = 864 \frac{\rho}{c\delta} a^2$ degrés, $a$ étant la densité du courant en amp. par mm².

L'augmentation de température dans un enroulement est donc proportionnelle au carré de la densité du courant qui y circule.

Pour du cuivre on a $\rho = 0{,}018$ (en moyenne),

$$c = 0{,}093 \qquad \delta = 8{,}9$$

de sorte que :

$$T_e = 17{,}60\, a^2.$$

Donc si aucune cause de refroidissement n'intervenait, le cuivre des enroulements augmenterait de 17,60 $a^2$ degrés par heure.

Si $p_f$ est la perte par hystérésis et courants de Foucault dans le fer, en watts par kg, et $c_f$ la chaleur spécifique de ce métal, l'augmentation de température par seconde est :

$$t = 0{,}00024 \frac{p_f}{c_f}$$

et par heure

$$T_f = 0{,}864 \frac{p_f}{c_f} \text{ degrés}, \qquad c_f = 0{,}113 \text{ environ.}$$

L'augmentation de température du fer serait donc sans refroidissement :

$$T_f = 7{,}70\, p_f \text{ degrés.}$$

Pour une induction égale à 10 000 unités C. G. S. et une fréquence de 50, la perte en watts par kg dans de la bonne tôle de 0,5 mm d'épaisseur, est d'environ 3,5 watts, de sorte que l'augmentation de température par heure (sans refroidissement) serait

$$T_f = 26°,95.$$

L'augmentation de température du cuivre n'est pas rigoureusement constante, car la résistivité augmente avec la température, mais on peut cependant considérer que pratiquement le nombre de calories apportées à la machine, lors du fonctionnement à une charge donnée, est constant.

Au fur et à mesure que la température des diverses parties de la machine s'élève au-dessus de la température ambiante, celle-ci rayonne de plus en plus de chaleur, sa température croît donc pendant un temps plus ou moins long et finalement la chaleur rayonnée, que l'on peut considérer comme proportionnelle à l'excès de la température de la machine sur la température ambiante devient égale à la chaleur due aux pertes, de sorte qu'à partir de ce moment, la température de cette dernière reste constante, la température de *régime* est atteinte.

Nous avons montré dans *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1907, que quand on a tracé la courbe de l'élévation de la température de la machine, au-dessus de celle ambiante, en fonction du temps, pour une certaine durée de l'essai, on peut en déduire la température maximum qu'atteint la machine, c'est-à-dire sa température de régime.

Il faut que, lors du tracé de cette courbe, pour pouvoir

Digitized by Google

en déduire la température de régime, la température ambiante soit restée bien stationnaire, ce qui n'est pas toujours facile à obtenir. En outre, comme on l'a vu, la chaleur apportée par les pertes n'est pas absolument constante.

La température atteinte dans des enroulements d'une machine ne doit pas dépasser une valeur telle que les isolants puissent en souffrir.

On peut mesurer la température de 2 manières, soit au moyen d'un thermomètre, soit en procédant à des mesures de résistance, quand on connaît le coefficient d'augmentation de résistivité du métal par degré; soient $\alpha$ ce coefficient, $t_1$ la température à laquelle on mesure d'abord la résistance $R_1$ de l'enroulement, $T$ la température finale, et $R_2$ la résistance à cette température, on a si $R_0$ est la résistance à 0°.

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha t_1)$$

$$R_2 = R_0 (1 + \alpha T)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = a = \frac{1 + \alpha T}{1 + \alpha t_1}$$

$$T = \frac{a - 1 + a\alpha t_1}{\alpha} = \frac{a - 1}{\alpha} + a t_1,$$

$a = \frac{R_2}{R_1}$, étant l'accroissement proportionnel de résistance.

Théoriquement la valeur de $\alpha$, le coefficient d'augmentation de résistivité du métal, ordinairement du cuivre, n'est pas constant, il décroît avec l'augmentation de température, mais pratiquement cette variation est négligeable. $\alpha$ varie de 0,0038 à 0,0042 suivant la nature du cuivre, on peut adopter comme valeur moyenne 4 millièmes, en tout cas l'erreur que l'on peut commettre ne dépasse pas 2° environ, en effet $a$ l'augmentation proportionnelle de résistance est d'environ 1,15 dans la pratique, et (pour $t_1 = 30°$) :

Pour $a = 1{,}15$ $\alpha = 0{,}0038$ on a $T = 84{,}4°$

$a = 1{,}15$ $\alpha = 0{,}004$ on a $T = 82{,}5°$

$a = 1{,}15$ $\alpha = 0{,}0042$ on a $T = 80{,}7°$.

On voit donc que l'erreur maximum que l'on peut commettre en prenant $\alpha = 0{,}004$ est de 2 degrés.

Le règlement américain recommande de prendre $\alpha = 0{,}0042$ tandis que le règlement allemand conseille de prendre $\alpha = 0{,}004$ dans le cas où l'on n'a pas procédé à des essais (excessivement difficiles à entreprendre et auxquels il faut presque toujours renoncer) et le français fixe à 0,004 le coefficient de température à adopter.

Quand on mesure, au thermomètre, la température d'un enroulement, on obtient naturellement la température de la partie extérieure seulement; le thermomètre monte pendant un certain temps, d'abord en raison de ce qu'il doit prendre la température de la surface, mais, en outre, parce que la température de la surface augmente lors de la mesure sur une partie tournante, car, après l'arrêt, le refroidissement diminue par suite de l'absence de ventilation, et il faut un certain temps pour que la chaleur intérieure vienne à la surface; il faut parfois plus d'un quart d'heure pour que le thermomètre atteigne sa température maximum, qui est celle à mesurer.

Quand un enroulement est formé d'un grand nombre de couches, le maximum de température a lieu à l'intérieur, de sorte qu'avec le thermomètre on mesure la température minimum; au moyen de la détermination des résistances, on mesure la température moyenne déjà plus élevée, mais non la température maximum, qui est naturellement la plus importante à connaître.

Dans le cas, au contraire, où l'enroulement est placé sur du fer ou dans une rainure et qu'il y a des pertes dans le fer, il peut arriver que le thermomètre donne une température supérieure à celle déduite des mesures de résistance; c'est parfois le cas des induits dentés des dynamos à courant continu, mais la différence n'est jamais grande. Dans le cas d'enroulements à plusieurs couches, donc d'une grande épaisseur, la différence entre la température maximum intérieure et la température moyenne déduite des mesures de résistance, peut atteindre 10 à 15 degrés.

Quant au mode de mesure à employer, le règlement américain dit que l'élévation de température doit être déterminée, quand cela est possible, par l'accroissement de résistance.

Le règlement allemand prescrit que « l'élévation de température de tous les enroulements parcourus par du courant continu, et des enroulements fixes des génératrices et des moteurs, sera déterminée par l'augmentation de résistance. La température des enroulements des transformateurs et des autres parties des génératrices et moteurs doivent être mesurées au thermomètre.

Le règlement français prescrit de mesurer la température des deux manières et d'admettre la valeur la plus élevée.

Comme lors des essais, on ne peut avoir une température ambiante $t_a$ déterminée, on détermine l'élévation de température au-dessus de la température ambiante, c'est-à-dire la valeur de $T - t_a$, et, connaissant cette élévation de température, on peut déterminer très approximativement la température qu'atteindra la machine placée dans des conditions données.

En procédant ainsi, on commet une légère erreur, mais négligeable en pratique; en effet, plus $t_a$ est élevé, plus, pour une même perte, le refroidissement est difficile; de sorte que, théoriquement $(T - t_a)$, l'élévation de température augmente (pour la même perte) avec $t_a$.

Le règlement américain tient compte de ce fait; il s'exprime comme il suit :

« Si la température de la salle, pendant l'essai, diffère de 25°, l'élévation de température relevée sera corrigée de 0,5 pour 100, pour chaque degré centigrade. De sorte que, pour une salle d'essai à la température de 35°, l'élévation de température constatée doit être diminuée de 5 pour 100, tandis que si la salle d'essai est à 15°, l'élé-

Digitized by Google

vation de température observée doit être augmentée de 5 pour 100. »

Le règlement allemand dit que la température ambiante ne doit pas dépasser 35° pendant l'essai, pour que ses résultats soient valables.

Les divers règlements fixent des élévations de température, de manière que, la machine fonctionnant dans une salle ordinaire, dont la température est au maximum de 35°, sa température finale ne puisse atteindre une valeur telle que les isolants soient attaqués, même à la longue; cette valeur, fixée pour l'élévation de température, dépend naturellement du genre d'isolant employé.

Si la machine à essayer devait être utilisée dans une salle dont la température est exceptionnellement basse ou exceptionnellement élevée, naturellement l'élévation de température admissible pourrait être plus grande que ne le prescrivent les règlements dans le premier cas, et devrait être plus petite dans le second cas. Ainsi, par exemple, l'amirauté anglaise fixe à 20° l'élévation de température admissible pour les machines à installer dans les chambres de chauffe des navires, tandis que, pour les machines ordinaires, l'élévation de température admissible est au moins de 50°.

Tous les règlements fixent à 50° l'élévation de température admissible pour des enroulements isolés au coton, de sorte qu'en admettant une température ambiante de 35° environ, en tenant compte du fait que la température à l'intérieur d'une bobine est plus élevée que celle mesurée, même par résistance, la température n'atteigne jamais 90° à 100°, car si le coton est soumis pendant un certain temps à cette température, il se détériore et tombe en poussière.

Pour des isolements au mica, à l'amiante, etc., l'élévation de température admissible est plus élevée. Ainsi le règlement allemand admet :

| | | |
|---|---|---|
| Pour un isolement au coton. . . . . | 50 | degrés. |
| — au papier . . . . . | 60 | — |
| — au mica, à l'amiante ou leurs composés . . . . . | 80 | — |

Comme pour les moteurs de tramways, la légèreté est un facteur très important, on sacrifie en général un peu la durée à cette condition et on admet des élévations de température plus grandes que pour les moteurs ordinaires; ainsi, le règlement allemand admet pour les moteurs de tramways les élévations de température suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Pour un isolement au coton . . . . . | 70 | degrés. |
| — au papier. . . . . | 80 | — |
| — au mica et à l'amiante. . . . | 100 | — |

Il en résulte que, d'après les règlements, un même moteur pourra être employé dans un tramway à une puissance supérieure à celle où il devrait fonctionner dans des conditions ordinaires: ainsi, un moteur de tramway de 30 kw ne pourra guère être chargé à une puissance supérieure à 21 ou 24 kw, s'il est employé dans un atelier.

Une question assez délicate est celle de la valeur de la température ambiante $t_a$ à adopter dans les calculs; en effet, la valeur relevée au thermomètre installé comme il sera indiqué plus loin, peut varier, et ces variations influent sur la valeur de $T$, température maximum, mais seulement à la longue, après un temps plus ou moins considérable, de sorte que si l'on construit à chaque instant la courbe de la valeur de $T - t_a$, elle peut ne pas être très régulière.

C'est ce qui fait que si l'on a tracé une portion de cette courbe, on ne peut toujours déterminer avec une exactitude suffisante la température finale maximum, comme il a été indiqué (1).

Le règlement américain ne parle pas des variations possibles de la température ambiante; le règlement allemand dit que la température de l'air doit être relevée à intervalles réguliers pendant le dernier quart de la durée de l'essai et que l'on doit prendre la moyenne des lectures du thermomètre. D'après le règlement français, si la température ambiante varie pendant la durée de l'essai, on doit prendre comme valeur celle du milieu de l'essai.

Le thermomètre indiquant la température de la salle doit, naturellement, indiquer la température qu'aurait la machine si elle ne fonctionnait pas.

D'après le règlement américain, le thermomètre indiquant la température de la salle doit être à l'abri des radiations émises par des surfaces chaudes, ainsi qu'à l'abri des courants d'air. Quand il est impossible de se placer dans des conditions normales, soit par suite de la présence d'une machine voisine ou d'autres sources de chaleur, le thermomètre servant à mesurer la température de l'air devra être placé de manière à indiquer la température que la machine devrait prendre si elle ne marchait pas, de sorte que l'élévation de température constatée soit bien celle due au fonctionnement de la machine.

Le règlement allemand dit que la température ambiante sera relevée dans le courant d'air arrivant à la machine, ou s'il n'existe pas de courant d'air bien accusé, on relèvera la température moyenne de l'air environnant la machine à hauteur du milieu de celle-ci et, dans tous les cas, à 1 mètre de distance d'elle. D'après le règlement français, le « thermomètre indiquant la température ambiante sera placé à hauteur de l'axe de la machine. »

Lorsque l'on détermine l'élévation de température d'une machine en employant la méthode de la mesure de résistance, il faut bien veiller à ce que, au moment où l'on mesure la résistance à froid, la machine ait très exactement pris la température de l'air ambiant; la machine doit donc être restée très longtemps au repos et la température ambiante doit être restée fixe pendant plusieurs heures avant la mesure. La température $t_1$, correspondant à la résistance $R_1$, peut naturellement différer de $t_a$, température ambiante pendant l'essai.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1907.

Digitized by Google

Quand on mesure au moyen d'un thermomètre à mercure la température d'une pièce d'une machine en fonctionnement, il faut bien veiller à ce que des dérivations magnétiques n'induisent des courants de Foucault dans le mercure, ce qui pourrait l'échauffer et fausser les indications du thermomètre. Ce cas peut se produire lors des essais d'un transformateur, ainsi que le dit M. Dettmar, dans les commentaires du règlement allemand: le thermomètre peut bien servir à indiquer le moment où l'état stationnaire de température est atteint, mais, pour faire la mesure de la température proprement dite, il faut d'abord retirer le thermomètre lorsque le transformateur est mis hors circuit, le laisser se refroidir quelque peu et le remettre à la même place. S'il accuse alors une température plus basse que précédemment, c'est cette dernière valeur qu'il faut considérer. Si on le peut, il vaut mieux employer un thermomètre à alcool, dans le cas où on craint de la dispersion magnétique.

Il faut bien veiller à ce que, lorsqu'on applique le thermomètre sur une surface, le contact se fasse bien; il est bon, pour cela, d'envelopper la boule de papier d'étain.

Pour éviter la dispersion de la chaleur, on place sur la boule du thermomètre et sur la partie de la graduation non utilisée, un tampon de substances mauvaises conductrices de la chaleur, par exemple de l'étoupe, des déchets de laine, etc. Le règlement américain dit que le bourrelet ne doit pas être trop gros, de manière à ne pas gêner la dispersion de chaleur; mais, en réalité, cela n'aurait aucun inconvénient, car ce que l'on veut mesurer est, autant que possible, la température maximum.

La température maximum que prend une machine dépend de la durée de son fonctionnement; si celle-ci n'est pas assez longue pour que la température de régime soit atteinte, la température maximum sera toujours inférieure à celle du régime. Il y a donc lieu de classer les machines suivant la durée de leur fonctionnement ultérieur en service courant : 1° en machines pour lesquelles la température de régime peut être atteinte, c'est-à-dire dont la durée de service sera longue, on peut les désigner sous le nom de *machine à service de longue durée ou continu*, et 2° en machines à *service de courte durée ou discontinu*, qui ne peuvent jamais atteindre la température de régime, mais bien seulement une température inférieure dépendant naturellement de la durée du service et qui, en outre, ont ensuite le temps de se refroidir. Comme c'est, en général, l'élévation de température qui limite la puissance d'un appareil, la même machine pourra être employée, dans le cas de service de courte durée, pour une puissance supérieure à celle qu'elle pourrait fournir pour le service de longue durée ou continu.

Pour une machine destinée à un service continu, l'essai doit avoir une durée telle que l'on soit certain que la température de régime est atteinte; cette durée est excessivement variable; elle croît avec la puissance de la machine, décroît avec sa vitesse angulaire, dépend de l'épaisseur des bobines et est comprise, en général, entre 3 et 18 heures.

On peut relever de temps en temps la température de la machine et voir si elle continue à augmenter, mais cela exige parfois l'arrêt de la machine. Dans une machine ayant des bobines inductrices très épaisses, celles-ci mettent en général plus de temps que les induits à prendre leur température stationnaire, de sorte qu'au moyen de mesures de résistance, que l'on peut faire, en général, pendant la marche, on peut se rendre compte du moment où le régime stationnaire de température est atteint.

Dans le cas de transformateurs statiques, un thermomètre peut servir.

Le règlement américain dit que « la température doit être mesurée après une marche d'une durée suffisante pour qu'elle ait atteint une valeur pratiquement constante. Ceci a lieu ordinairement au bout d'une durée de 6 à 18 heures, dépendant de la puissance et du genre de la machine. Il est cependant admissible de diminuer la durée de l'essai en faisant fonctionner la machine pendant un temps moindre, avec une surcharge de courant et de tension, puis en réduisant ensuite à sa valeur normale et en faisant fonctionner dans ces conditions la machine jusqu'à ce que sa température reste constante. »

D'après le règlement allemand, l'élévation de température d'un appareil pour service continu sera mesurée :

*a*. Pour une machine, après une marche ininterrompue de dix heures.

*b*. Pour les transformateurs, après un essai suffisant pour que ceux-ci ait atteint une température stationnaire. Dans le cas de petites machines où il sera indubitablement établi que la température de régime peut être atteinte en moins de dix heures, l'augmentation de température pourra être mesurée après une durée de fonctionnement réduite en conséquence.

Dans les commentaires officiels, M. Dettmar s'exprime comme il suit : « En rédigeant les présentes prescriptions, on avait parfaitement conscience de ce fait, qu'en ce qui concerne la température, les machines de très grande dimension n'ont pas encore atteint un état stationnaire ou d'équilibre après dix heures de marche. On ne s'en est pas moins arrêté à ce chiffre de dix heures pour les motifs suivants :

« En général, ce n'est que dans peu de machines que l'on aura à constater une élévation de température après la dixième heure, ces machines auront alors une puissance et représenteront un capital tel, qu'elles feront sûrement l'objet de conventions spéciales, et que dans ces conditions, il y aura lieu d'appliquer la première partie de l'article 1er du règlement (Les prescriptions suivantes ne sont valables qu'en tant qu'elles ne sont pas modifiées par des stipulations formelles du marché). Cependant il est très utile d'indiquer une durée déterminée pour les essais, les constructeurs et les acheteurs pouvant très facilement être d'opinions différentes sur la durée que doit avoir un essai, et les essais de réception

Digitized by Google

pouvant se trouver, dans ce cas, prolongés d'une manière très désagréable. En outre, si l'on ne fixait pas de durée déterminée pour les machines à courant continu, il serait indispensable de les arrêter plusieurs fois en cours d'essai pour vérifier si l'échauffement est resté stationnaire.

« C'est pour éviter tous ces désagréments qu'on a fixé une durée d'essai bien définie. Par contre, on a admis une réduction de cette durée pour les petites machines lorsqu'il y a une certitude absolue que l'état stationnaire est atteint avant dix heures. Ce serait en effet perdre absolument son temps que de vouloir soumettre une dynamo de 5 kw à un essai de dix heures; une telle machine atteint sûrement sa température normale après six heures de marche, de telle sorte qu'en faisant durer l'essai sept heures, on a la certitude absolue d'avoir atteint la température stationnaire.

« De différents côtés, il avait été proposé de prescrire des durées d'essais différentes pour les machines de petites, moyennes et grandes dimensions, mais on y a renoncé vu les grandes difficultés qui en seraient résulté.

« La détermination de l'état stationnaire se fait avec beaucoup plus de facilité et plus de précision dans les transformateurs; c'est pourquoi il a été prescrit pour ceux-ci de poursuivre l'essai jusqu'à ce que la température stationnaire soit atteinte. En outre, les transformateurs sont en général toujours en circuit, bien que n'étant pas toujours en pleine charge; cela seul justifie déjà l'intérêt qu'il y a à atteindre l'état stationnaire pour mesurer la température. »

Le règlement français prévoit, lui, au contraire, des durées de fonctionnement bien déterminées lors de l'essai, suivant la puissance et la vitesse de rotation de la machine.

Suivant la valeur de $k$, obtenue en appliquant la relation :

$$k = \frac{\text{(volts-ampères)}}{\text{tours par minute}},$$

la durée de l'essai doit être plus ou moins longue.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pour $k$ compris entre | 0 et | 5, l'essai doit durer.. | | 3 | heures. |
| — | 5 et | 10 | — .. | 4 | — |
| — | 10 et | 50 | — .. | 5 | — |
| — | 50 et | 100 | — .. | 6 | — |
| — | 100 et | 200 | — .. | 7 | — |
| — | 200 et | 500 | — .. | 8 | — |
| — | 500 et | 500 | — .. | 9 | — |
| — | 500 et | 750 | — .. | 10 | — |
| — | 750 et | 1000 | — .. | 11 | — |
| — | 1000 et au-dessus, | | — .. | 12 | — |

Une note indique que, pour les machines à collecteur pour lesquelles $k$ est supérieur à 1500 ou 2000, il y aura parfois lieu de convenir d'une durée d'essai supérieure à 12 heures suivant la destination de la machine. Pour les machines et moteurs à courant alternatif de grandes dimensions, une durée de 12 heures suffira en général.

Ces durées concordent bien avec les résultats des essais que nous avons faits : ainsi, par exemple, pour une génératrice à courant continu de 360 kw, 220 v, tournant à la vitesse angulaire de 60 t : m, c'est-à-dire pour laquelle on a : $k = \frac{360\,000}{60} = 6000$, la température de régime a été atteinte au bout de 12 heures (la température ayant été relevée à intervalles réguliers, au moyen de la mesure des résistances des bobines inductrices, pendant toute la durée d'un fonctionnement à pleine charge de 50 heures).

Dans le cas où la machine ou l'appareil doit assurer un service de *courte durée*, le temps de fonctionnement après lequel on détermine la surélévation de température doit être égal à la durée maximum du service.

Le règlement américain dit que, pour les appareils destinés à un service intermittent, tels que les moteurs de tramways, les rhéostats de démarrage, etc., l'élévation de température doit être mesurée après un fonctionnement se rapprochant autant que possible des conditions du service auquel l'appareil est destiné et l'on doit spécifier les conditions de l'essai.

D'après le règlement allemand, on distingue, eu égard à la puissance, les deux régimes suivants (en dehors du service continu) :

*Service intermittent*, caractérisé par l'alternance de périodes de travail et de repos, se comptant en minutes (par exemple les moteurs pour grues, ascenseurs, traction et analogues);

*Service momentané*, pour lequel la période de travail est assez courte pour qu'un état final, c'est-à-dire stationnaire, de température ne puisse s'établir, tandis que la période de repos est assez longue pour que la température de l'engin puisse redevenir à peu près égale à la température ambiante.

Comme puissance normale des machines et transformateurs pour service intermittent, on prendra et on indiquera celle qui peut être appliquée pendant une heure sans interruption, sans que l'élévation de température dépasse les valeurs indiquées. Dans le cas de service momentané, la durée de l'essai sera celle convenue.

La puissance devra être indiquée sur une plaque indicatrice avec la mention *Par intermittence*, ou *Pour tant d'heures* ou pour *Régime permanent*.

Le règlement français ne prévoit pas de service de courte durée pour les machines. Pour les transformateurs, il dit que la durée de l'essai sera celle du fonctionnement; on peut ainsi distinguer pour le service de courte durée :

*a*. Transformateurs *à service discontinu* (distribution d'énergie de jour); durée de l'essai en pleine charge égale à la durée de fonctionnement;

*b*. Transformateurs toujours sous tension et à charge discontinue (distributions d'éclairage), durée de l'essai en pleine charge, égale à la période de fonctionnement en charge, après limite d'échauffement atteinte sous tension.

2° Essais relatifs au bon fonctionnement. — En dehors des essais spéciaux pour chaque genre de machine, portant sur la production d'étincelles, la régulation, etc., les divers règlements prévoient des essais de surcharge.

Digitized by Google

D'après le règlement américain, tous les appareils doivent être capables de les supporter sans être détériorés par suite de l'élévation de température, de la production d'étincelles, du manque de résistance mécanique, etc., et avec un surcroît d'élévation de température ne dépassant pas de 15° C l'élévation fixée pour la pleine charge, la surcharge étant appliquée après que l'appareil a acquis la température du régime à pleine charge.

Le règlement allemand est moins sévère ; il dit que, en pratique, les surcharges ne doivent être appliquées que pendant un temps très court ou lorsque les engins sont à une température assez faible pour que les limites d'échauffement admissibles ne puissent être dépassées.

Dans les commentaires officiels, M. Dettmar dit : « On serait tout naturellement porté, et ce serait commode pour les essais, à procéder aux épreuves de surcharge immédiatement après l'essai de durée. Mais une telle pratique pourrait, et surtout pour les petites machines, dont la température suit rapidement les variations de la charge, amener la machine à une température excessive et qui, dans la plupart des cas, ne correspondrait pas à la charge pratiquement admissible. C'est pourquoi il a été expressément spécifié qu'aucune épreuve de surcharge ne pourrait avoir lieu lorsque la machine aurait déjà atteint par ailleurs son échauffement maximum. Dès lors l'essai de surcharge ne peut suivre immédiatement l'essai de durée. Par contre, il est admissible de le faire au début de l'essai de durée. Par ce moyen on gagne du temps et la machine atteint plus vite sa température de régime.

« Il est évidemment admissible de procéder à l'essai de surcharge indépendamment de l'essai de durée. »

Le règlement français prescrit que les surcharges seront fournies après l'essai de durée à pleine charge ou à la température atteinte après cet essai.

On voit donc que les règlements américain et français sont beaucoup plus sévères au point de vue de l'application de la surcharge que le règlement allemand.

Quant à la valeur des surcharges, le règlement américain prescrit pour les génératrices et pour les moteurs 25 pour 100 de surcharge pendant 2 heures et 50 pour 100 pendant 1 minute.

Les règlements allemand et français mentionnent une surcharge de 25 pour 100 pendant une demi-heure pour les génératrices, moteurs et commutatrices, et pour les moteurs, commutatrices, transformateurs, de 40 pour 100 pendant 5 minutes.

On voit donc qu'au point de vue de la valeur des surcharges, le règlement américain est beaucoup plus sévère que les autres.

5° Détermination de la perte de puissance. — La mesure de la puissance électrique est toujours plus commode et plus précise que celle de la puissance mécanique ; en effet, il est toujours aisé d'avoir à sa disposition des appareils électriques bien étalonnés et leur montage est facile, tandis que, dans le cas de mesure de puissance mécanique, les appareils sont parfois très difficiles à installer, très coûteux, et donnent des résultats peu précis, et il faut ordinairement mesurer simultanément le couple et la vitesse angulaire. En moyenne, la puissance électrique peut être mesurée à 1 pour 100 près, tandis qu'il faut prendre de grandes précautions pour procéder à des mesures mécaniques à quelques pour 100 près.

On a pris l'habitude de ne pas indiquer directement les pertes $p$ d'une machine qui est la différence entre la puissance à elle fournie ou puissance absorbée $P_a$, à la puissance utile restituée par elle $P_r$, mais bien son rendement, qui est le rapport $\frac{P_r}{P_a}$, de la puissance restituée à la puissance absorbée.

L'indication du rendement est beaucoup plus rationnelle que celle de la puissance perdue, car elle s'applique à toute une série de machines du même type, de puissance analogue, tandis qu'il faudrait pour chacune d'elles, même de puissances très peu différentes, indiquer une valeur différente pour la perte.

Si le rendement est $\eta$, on a

$$p = P_a(1-\eta) = P_r \cdot \frac{1-\eta}{\eta}.$$

Le rendement est donné par l'une des relations

$$\eta = \frac{P_r}{P_a}, \qquad \eta = \frac{P_a - p}{P_a}, \qquad \eta = \frac{P_r}{P_r + p}.$$

De sorte que l'on peut classer les méthodes de détermination du rendement, en deux catégories principales :

1° Celles dans lesquelles on mesure simultanément la puissance absorbée $P_a$ et la puissance restituée $P_r$ ;

2° Celles dans lesquelles on évalue la perte $p$, et simultanément la puissance absorbée $P_a$ ou la puissance restituée $P_r$.

La première catégorie comprend :

*a.* La *méthode de la détermination* directe des puissances, soit par des mesures électriques (transformateurs et groupes transformateurs), soit par une mesure électrique et une mesure dynamométrique (génératrices et moteurs) ;

*b.* La *méthode de comparaison*, dans laquelle la puissance électrique ($P_a$ dans le cas d'un moteur, $P_r$ dans le cas d'une génératrice) est mesurée directement, tandis que la puissance mécanique est déduite des conditions de fonctionnement d'une machine auxiliaire. Cette méthode n'est pas du tout employée dans la pratique ; on utilise plutôt une machine auxiliaire électrique fonctionnant en génératrice, pour déterminer le rendement d'un moteur à explosion, ou en moteur, pour mesurer la puissance absorbée par une machine outil ;

*c.* La *méthode de substitution*, qui n'est absolument plus en usage aujourd'hui, mais qui a été fort employée, notamment lors de diverses expositions. Elle consiste à

Digitized by Google

actionner une génératrice électrique par un moteur dont on relève exactement les conditions de fonctionnement (en relevant par exemple des diagrammes de vapeur), puis à remplacer la génératrice électrique par un frein d'absorption et à mesurer la puissance fournie par le moteur dans les mêmes conditions que précédemment.

*d.* La *méthode des deux machines identiques*, dans laquelle une des machines, fonctionnant comme réceptrice, actionne l'autre fonctionnant comme génératrice (les machines rotatives sont couplées mécaniquement et les enroulements semblables des transformateurs, généralement ceux à haute tension, sont placés dans un même circuit électrique), de sorte que l'on n'a à procéder qu'à deux mesures de puissance électrique, et la somme des pertes dans les deux machines est égale à la différence des puissances. Le point délicat de cette méthode est de bien répartir les pertes entre les deux machines.

Les *méthodes indirectes* de mesure du rendement (par la détermination directe de la perte) sont :

*e.* La *méthode des pertes séparées*, dans laquelle on détermine et on mesure, soit électriquement, soit mécaniquement, les diverses pertes.

Le point délicat de cette méthode est l'évaluation exacte des diverses pertes.

*f.* La *méthode d'opposition*, dans laquelle on emploie deux machines identiques couplées électriquement et, au besoin, mécaniquement. Une des machines fonctionnant comme génératrice, envoie son courant à l'autre, qui fonctionne comme réceptrice, de sorte que l'on n'a à fournir au groupe que la puissance nécessaire pour compenser les pertes dans les deux machines, cette puissance pouvant être fournie électriquement ou mécaniquement.

Le point délicat de cette méthode est encore la répartition exacte des pertes entre les deux machines.

En employant simultanément la méthode des pertes séparées et celle d'opposition, on peut arriver à obtenir le rendement avec une très grande exactitude. (Voir dans *L'Industrie électrique* du 25 septembre 1907.)

L'inconvénient des mesures de la deuxième catégorie est donc l'incertitude de l'évaluation ou de la répartition des pertes; cependant, on peut, lors de l'estimation et de la mesure de la perte, commettre une erreur relative, beaucoup plus considérable que celles que l'on fait dans les mesures de puissance, tout en arrivant à un résultat aussi exact.

Désignons par $\alpha$ l'erreur relative que l'on peut commettre dans la mesure de la puissance absorbée, par $\beta$ celle que l'on peut commettre dans la mesure de la puissance restituée, et par $\gamma$ l'erreur que l'on peut commettre dans l'évaluation et la mesure de la perte.

On peut donc mesurer :

$$P_a \pm \alpha . P_a \quad \text{au lieu de} \quad P_a,$$

et :

$$P_a - p \pm \beta (P_a - p) \quad \text{au lieu de} \quad P_a - p,$$

de sorte que la puissance obtenue est :

$$P_a \pm \alpha . P_a - [P_a - p \pm \beta (P_a - p)]$$

et l'on pourra avoir :

$$p + P_a(\alpha + \beta) - \beta p \quad \text{au lieu de } p,$$

de sorte que l'erreur relative pourra être :

$$\gamma = (\alpha + \beta)\frac{P_a}{p} - \beta = \alpha . \frac{P_a}{p} + \beta\left(\frac{P_a}{p} - 1\right).$$

Plus $\frac{P_a}{p}$ est grand, c'est-à-dire plus le rendement de la machine est élevé, plus l'erreur relative sur l'estimation et la mesure des pertes, pourra être grande par rapport à $\alpha$ et à $\beta$.

Pour un rendement de 80 pour 100 (celui d'une machine de très faible puissance), on a déjà :

$$\frac{P_a}{p} = \frac{1}{1 - \eta} = \frac{1}{0{,}20} = 5, \quad \text{et} \quad \gamma = 5\alpha + 4\beta.$$

Pour un rendement de 90 pour 100 (d'une machine électrique de moyenne puissance) on a :

$$\frac{P_a}{p} = 10 \quad \text{et} \quad \gamma = 10\alpha + 9\beta.$$

Pour un rendement de 95 pour 100 (qui peut être facilement atteint par des machines électriques de très grande puissance) on a :

$$\frac{P_a}{p} = 20 \quad \text{et} \quad \gamma = 20\alpha + 19\beta.$$

Si l'on suppose un moteur électrique ordinaire ayant un rendement de 90 pour 100, pour lequel, par exemple, on peut mesurer la puissance électrique absorbée à 1 pour 100 près, on a $\alpha = 0{,}01$, et la puissance mécanique utile à 3 pour 100 près ($\beta = 0{,}03$), on pourra commettre, dans l'estimation et la mesure des pertes, une erreur relative $\gamma = 10\alpha + 9\beta = 0{,}37$, c'est-à-dire de 37 pour 100, et cependant obtenir les pertes avec une précision plus grande que par la mesure directe des puissancss absorbées et restituées.

Quand on a à procéder à un essai, il faut bien se mettre auparavant d'accord sur l'attribution des diverses pertes; ainsi, par exemple, dans le cas d'une génératrice actionnée directement par un moteur, il peut y avoir indécision au sujet des pertes dans les paliers; le règlement allemand est formel à cet égard et dit : « Lorsqu'une génératrice ne peut être découplée d'avec le moteur à vapeur qui l'actionne, le rendement de cette génératrice doit être déterminé sans égard aux frottements. »

Une perte dans le rhéostat d'excitation d'une dynamo shunt doit être comprise dans les pertes de la dynamo, c'est-à-dire que si $u$ est la tension aux bornes et $i$ l'intensité du courant d'excitation, la puissance perdue pour l'excitation est $ui$ et non $ri^2$, $r$ étant la résistance de l'enroulement d'excitation.

F. Loppé.

Digitized by Google

# ISOLATEURS POUR HAUTES TENSIONS

*L'Industrie électrique* a donné sur cette question, dans le courant de l'année dernière, l'opinion d'un certain nombre d'ingénieurs (1) dont les conclusions sont peut-être moins irrévocables qu'elles ne paraissaient l'être.

Les qualités que doit avoir un bon isolateur sont assez nombreuses : il doit, bien entendu, résister à la tension la plus élevée de la ligne qu'il supporte, dans toutes les circonstances qui peuvent se présenter et, à cette fin, il doit être homogène, peu sensible aux actions atmosphériques, être disposé de telle sorte qu'il ne puisse s'accumuler à sa surface ni eau, ni sels, ni poussières, il doit subir de grandes variations de température sans se briser et sans que sa rigidité diélectrique en soit affectée ; enfin il ne doit pas être fragile afin de supporter les transports dans des pays d'accès parfois difficile. Pour donner ces qualités aux isolateurs il faut choisir convenablement la matière employée et étudier soigneusement la forme.

La porcelaine possède toutes les qualités désirables lorsqu'elle est parfaitement homogène et également cuite dans tous ses points ; malheureusement la porcelaine est opaque et il est impossible de déceler un défaut dans la masse, lequel peut s'agrandir à la longue et causer la rupture de l'isolateur après un certain temps de service.

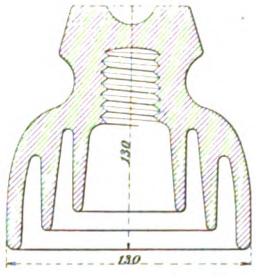


Fig. 1.

Le verre est transparent et il est facile de constater d'un coup d'œil si un défaut de fabrication s'est produit, mais il présente souvent une fragilité plus grande. La lutte se circonscrit aujourd'hui entre le verre et la porcelaine et il semble même, si l'on compare les quantités d'isolateurs de chaque matière en service, que le verre est à peu près abandonné ; c'est là, comme on l'a vu ici précédemment, l'opinion de beaucoup d'ingénieurs américains, entre autres de M. Delafield.

Cette proscription de l'isolateur en verre est-elle irrévocable? et doit-on l'enregistrer sans chercher à expliquer les insuccès obtenus et à éviter leur retour? Ce n'est pas l'opinion d'une fabrique française qui lutte courageusement, depuis plusieurs années, pour étendre le champ des applications du verre dans l'électricité et qui fournit les isolateurs en verre que l'on voit sur un grand nombre de lignes télégraphiques.

La verrerie de Folembray, après plusieurs années d'études, est en possession d'un procédé de recuit du verre qui fait, paraît-il, disparaître entièrement sa fragilité et sa sensibilité aux variations de température. Dans ces conditions l'infériorité des isolateurs en verre disparaît et ils doivent être égaux, sinon supérieurs, aux isolateurs en porcelaine.

Les isolateurs en verre, dans les essais auxquels ils ont été soumis ont résisté à des tensions comparables à celles des isolateurs en porcelaine, et la verrerie de Folembray nous communique les procès-verbaux d'essais faits au laboratoire de la Société l'*Éclairage électrique*, sur quelques-uns de ses modèles.

Le modèle de la figure 2, qui est prévu pour 20 à 30 000 volts, ne s'est pas rompu sous 80 000 volts, à sec,

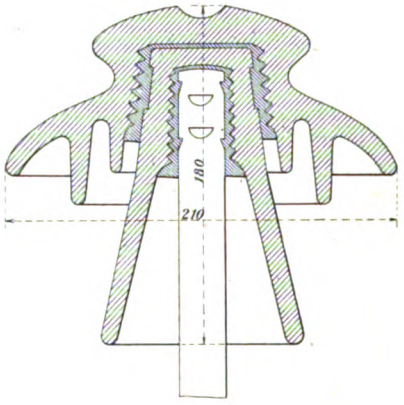


Fig. 2.

et l'étincelle l'a contourné vers 55 000 volts lorsqu'il était mouillé par l'équivalent d'une forte pluie à 45°. Le modèle de la figure 3 a été contourné par l'étincelle vers

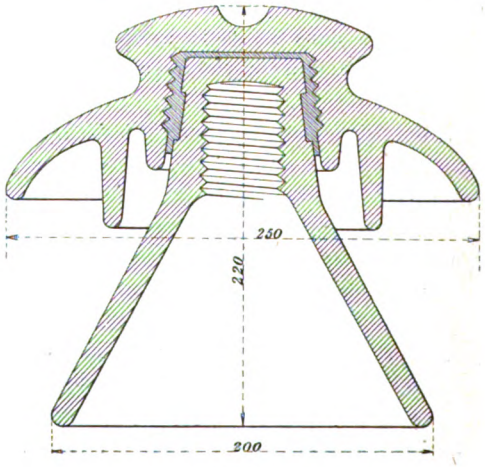


Fig. 3.

60 000 volts et celui de la figure 4 vers 70 000 volts lorsqu'ils étaient mouillés comme précédemment.

Ajoutons, ce qui dans la circonstance est plus important que des essais de laboratoire, que plusieurs centaines d'isolateurs du type de la figure 1, sont en service sur le réseau de Fure et Morges, à 12 500 volts, d'autres sur le réseau de la Société *Électra* à Bayonne (15 000 volts) et que quelques isolateurs selon la figure 2 sont en expérience, à 20 000 volts, sur le réseau de Limoges.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, p. 173, 25 avril 1907, et p. 491, 10 novembre 1907.

Digitized by Google

Comme dans ces questions rien ne vaut l'expérience, il serait intéressant d'avoir l'avis des personnes qui ont, dans nos pays, comparé les deux sortes d'isolateurs, afin de savoir si l'exclusion prononcée en Amérique provient d'une fabrication défectueuse ou d'une impossibilité réelle du verre à remplir cette fonction. Il est probable que,

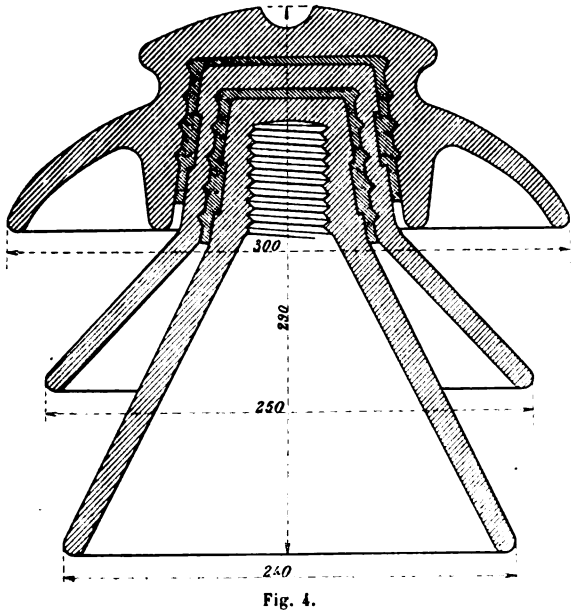


Fig. 4.

comme toujours, la vérité est entre les deux extrêmes et qu'avec des soins dans la fabrication les deux sortes sont équivalentes.

Avant de quitter ce sujet, profitons de l'occasion pour réunir ici les profils d'un certain nombre d'isolateurs pour très hautes tensions actuellement en usage.

La figure 5 représente les isolateurs de transport Moutiers-Lyon qui est, comme on sait, l'une des plus impor-

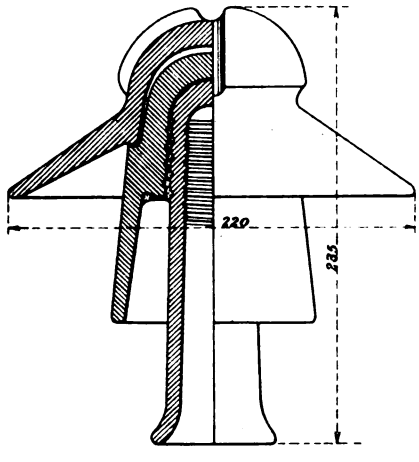


Fig. 5.

tantes lignes de l'Europe (185 km, 57 000 volts); ces isolateurs à trois cloches ont été fournis par la manufacture de porcelaine de Merkelsgruen, près Karlsbad.

L'isolateur de la figure 6 est un modèle américain à quatre cloches, employé par la *Grand Rapids Muskegon Power C°* pour une transmission à courant triphasé à 72 000 volts (c'est une des plus hautes tensions en usage

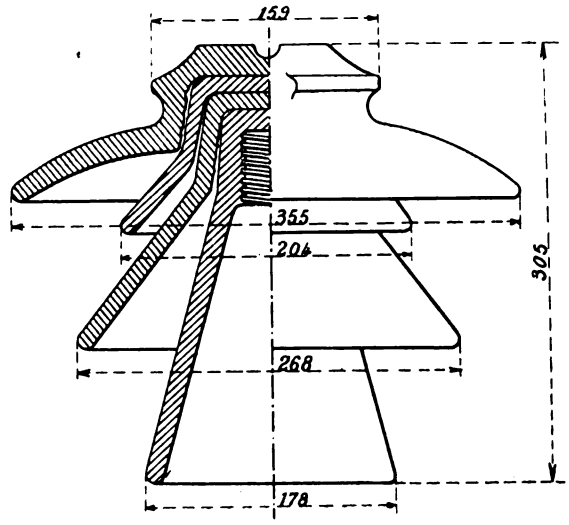


Fig. 6.

actuellement). Le même type est employé à 50 000 volts, pour la transmission à Minneapolis de l'énergie de l'usine Taylors Falls, sur la rivière Sainte-Croix.

L'installation de la rivière Muskegon vient d'être complétée par une ligne destinée à fonctionner à 100 000 volts et pour laquelle des dispositions nouvelles ont été étudiées. Les isolateurs sont du type suspendu, préconisé par M. Hewlett; ils se composent de cinq pièces de porcelaine semblables, suspendues les unes au-dessous des autres, comme on le voit sur les figures 7 et 8. Pour les lignes à grandes portées ce modèle a, indépendamment des qualités électriques, l'avantage de ne pas exercer d'effort de torsion sur les bras transversaux des pylones. On sait, en effet, que dans les lignes à courant triphasé les deux conducteurs sont généralement portés sur des bras transversaux, munis à chaque bout de tiges verticales qui portent les isolateurs; quand une inégalité de tension se manifeste sur un des fils de la ligne, l'effort transmis à la tige de l'isolateur tend à tordre le bras transversal.

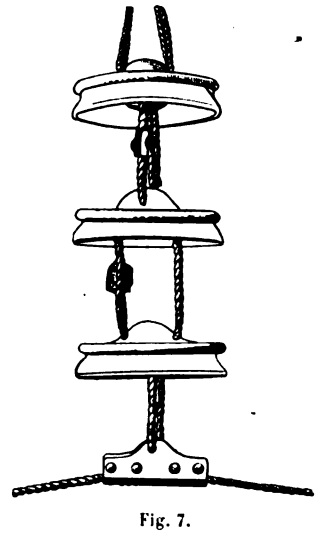


Fig. 7.

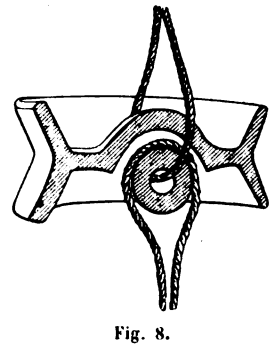


Fig. 8.

Digitized by Google

Les actions électriques qui s'exercent sur les isolateurs sont très variables et tout à fait différentes selon que l'isolateur est sec, humide ou complètement mouillé. A sec on trouve deux parties métalliques bien définies; le conducteur et la tige support; entre ces deux parties le potentiel se répartit assez régulièrement, de telle sorte que les différents points du diélectrique sont soumis à des tensions uniformes. Dès que la surface des chapeaux est couverte d'eau cette répartition change, la capacité électrostatique du système augmente et il peut arriver que certains points intérieurs soient soumis à une tension excessive.

D'autre part, l'accroissement des tensions oblige à augmenter l'épaisseur du diélectrique, et comme les conditions de fabrication s'opposent à l'emploi de grandes masses, dont l'homogénéité laisserait à désirer, on a été conduit à diviser ces masses et à employer des isolateurs en trois ou quatre parties. Il serait intéressant, la chose ne paraît pas avoir été tentée jusqu'ici, de profiter de cette division pour introduire entre les différentes pièces des armatures isolées qui, en permettant une répartition plus régulière du potentiel, feraient travailler plus uniformément le diélectrique. H. A.

## PARTICULARITÉS DE L'ARC A LA MAGNÉTITE

M. G.-M. Dyott publie dans l'*Electrical World* (1) les résultats de quelques recherches qu'il a faites sur l'arc à la magnétite.

On sait que l'arc à la magnétite présente certains caractères spéciaux, qu'en particulier la durée de l'électrode en magnétite atteint 200 heures, que la répartition de la lumière de la lampe est bien appropriée à l'éclairage des rues et que la consommation spécifique, tout en étant élevée, est de beaucoup inférieure à celle de l'arc en vase clos. (Une lampe à la magnétite de 300 watts donne environ 2 fois plus de lumière qu'une lampe en vase clos alternative de 450 watts.)

Les qualités de cette lampe, qui fonctionne seulement sur courant continu, avec une électrode positive métallique, dépendent dans une large mesure de la composition de l'électrode négative à base de magnétite.

Les essais de M. Dyott ont porté sur ce point. A cet effet, il a employé, vis-à-vis d'une électrode positive en cuivre de 25 mm de diamètre, des électrodes négatives de différentes compositions.

On a reconnu expérimentalement qu'une électrode négative, contenant de l'oxyde de fer magnétique $Fe^3O^4$, du fer chromé $FeOCr^2O^3$ et du rutile $TiO^2$, donnait des résultats satisfaisants. M. Dyott s'est proposé de déterminer le rôle de chacune de ces substances dans la production de l'arc et dans ses qualités.

(1) *Electrical World*, p. 1093, 7 décembre 1907.

La plus importante fonction de la magnétite qui constitue la base de l'électrode est d'agir comme conducteur dans l'arc. En outre, les scories qu'elle forme sont conductrices, ce qui assure l'allumage, et son rendement lumineux est élevé. Cependant, il faut employer des magnétites ne contenant pas d'impuretés, telles que la silice, la chaux ou la magnésie.

Un arc maintenu entre une électrode négative de magnétite pure et une électrode positive de cuivre est très riche en rayons bleus et ultra-violets. Il part de l'électrode négative et s'étale sur l'autre électrode. Comme le montre la figure 1, le centre du cône est légèrement

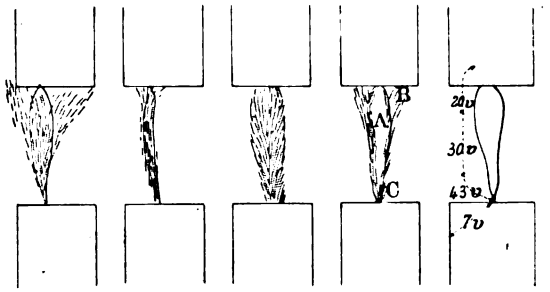



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

plus lumineux; mais l'arc est instable et émet d'abondantes fumées.

En ajoutant l'oxyde de titane, on améliore la coloration qui était franchement bleue avec le fer seul et en même temps on augmente le rendement lumineux. D'ailleurs l'arc produit entre électrodes de rutile seul est très brillant, d'une couleur blanche pure; il émet aussi des fumées et a la forme représentée figure 2.

Avec la magnétite et le rutile exclusivement, l'arc est si instable qu'il ne peut être maintenu pratiquement; afin de remédier à ce défaut capital, et en même temps d'augmenter la durée des électrodes, on ajoute du fer chromé ou de l'oxyde de chrome.

L'arc de l'oxyde de chrome est de couleur vert jaunâtre; il est stable, mais de faible rendement lumineux. Il donne des scories isolantes à froid, comme le rutile d'ailleurs. La consommation de l'électrode est très lente et se fait presque sans fumée. Cet arc n'est pas conique comme les précédents (fig. 3).

La figure 4 représente la structure de l'arc avec l'électrode contenant la magnétite, le fer chromé et le rutile. Le centre est composé d'une bande étroite A, dont l'éclat et la largeur dépendent de la proportion d'oxyde de titane; plus le pourcentage est grand et plus la bande se rétrécit; cependant, quand on supprime l'oxyde de titane du mélange, on peut à peine apercevoir le cône central. L'enveloppe extérieure B est formée de fumée et donne peu de lumière; elle augmente d'importance avec le pourcentage de magnétite. La partie basse du cône C caractérise la quantité de chrome; elle est d'autant plus large que cette quantité augmente, et à cette augmentation correspond une amélioration de la stabilité de l'arc.

Digitized by Google

La chute de tension dans l'arc à la magnétite composée est représentée par la figure 5.

Si le caractère de l'arc est dû à l'électrode négative, l'électrode positive cause de sérieuses difficultés. Après un service continu, les fumées s'y déposent et y adhèrent énergiquement; elles peuvent même former un écran qui obstrue complètement la lumière; l'oxydation de cette électrode donne des produits isolants qui peuvent empêcher l'allumage; enfin des globules de métal fondu tombent parfois sur l'électrode négative, modifiant ainsi la nature de l'arc.

Parmi les matériaux susceptibles d'être employés dans l'électrode positive, le cuivre doit être rejeté à cause des oxydes qui se forment à sa surface, le fer parce qu'il se consume trop rapidement. C'est le laiton qui jusqu'ici donne les meilleurs résultats : les essais d'électrodes en lamelles métalliques superposées qui ont donné satisfaction ne pouvant être employées à cause de leur prix trop élevé. A. B.

## OHMMÈTRE A LECTURE DIRECTE

### DE MM. EVERSHED ET VIGNOLES

On sait l'intérêt qu'il y a à mesurer les isolements avec une tension supérieure à la tension de marche de l'installation, un défaut à peine perceptible sous de basses tensions, sautant ou s'accusant dès qu'on fait usage de tensions un peu élevées. Aux ohmmètres à piles employés dès le début ont succédé les appareils à magnéto, ils sont peut-être un peu plus lourds, mais, par contre, toujours prêts à fonctionner, ce qui n'est pas le cas des appareils

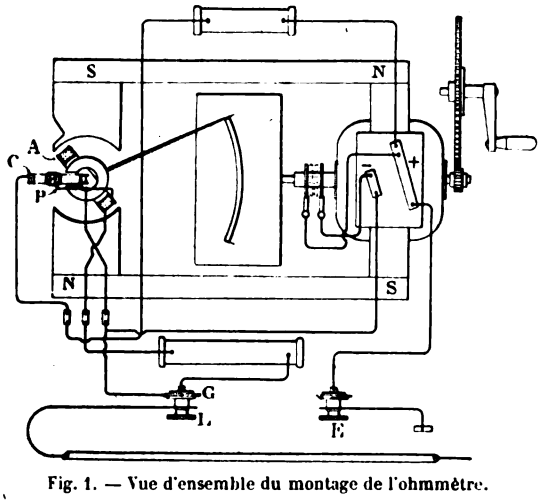



Fig. 1. — Vue d'ensemble du montage de l'ohmmètre.

utilisant des piles soi-disant *sèches* qui ne marchent que tant que ces dernières sont humides.

Au nombre des appareils à magnéto, nous citerons un système récent de MM. Evershed et Vignoles, dont nous empruntons la description à notre confrère *Electrical Engineering*, du 31 octobre 1907.

Ces constructeurs ont établi deux modèles d'appareils, l'un à tension variable, l'autre à tension constante. Le premier de ces appareils s'applique à tous les cas en général, le deuxième est recommandé lorsqu'on vérifie des circuits présentant une certaine capacité (de l'ordre du microfarad). Dans les deux cas, la lecture est indépendante de la tension; mais, lorsqu'une grande capacité est associée à un grand isolement, les lectures deviennent incertaines, en sorte que l'emploi d'une tension constante devient nécessaire.

La figure 1 donne une vue d'ensemble de l'appareil; elle est suffisamment claire pour qu'on en saisisse la disposition générale. Ainsi qu'on le voit aisément, les aimants NS sont communs à la magnéto et à l'ohmmètre. A est la bobine mobile en série avec la résistance à mesurer, P est la bobine mobile soumise à la tension du courant, C est une autre bobine mobile de compensation placée à côté de la bobine P.

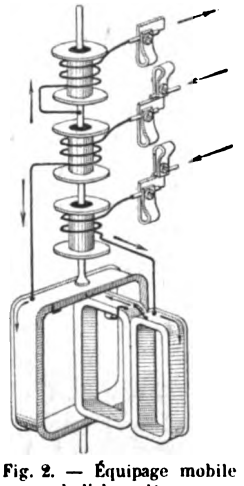


Fig. 2. — Équipage mobile de l'ohmmètre.

La figure 2 montre comment est organisé l'équipage mobile de l'ohmmètre. Des dispositions sont prises pour que l'isolement entre les bornes L et E soit toujours excellent et ne vienne pas altérer les mesures. La magnéto est établie pour donner 500 volts, la tension constante est obtenue à l'aide d'un régulateur à force centrifuge actionnant un embrayage, lequel laisse glisser l'induit de la magnéto dès que la vitesse dépasse une valeur donnée. Ce même ohmmètre, par la manœuvre d'un commutateur, fonctionne en pont de Wheatstone, ce qui peut être utile dans certains cas; une des bobines mobiles de l'ohmmètre devient alors le cadre mobile du galvanomètre. A. S.

### DÉTERMINATION

## DE L'INTENSITÉ LUMINEUSE HORIZONTALE

### DES LAMPES A INCANDESCENCE

Le *Bulletin* du *Bureau of Standards*, des États-Unis, publie les résultats des essais entrepris récemment à l'effet de vérifier l'exactitude de la méthode de la rotation pour la détermination de l'intensité moyenne horizontale.

Dans cette méthode qui est la plus usitée aux États-Unis, on emploie l'appareil représenté sur la figure ci-dessous.

Digitized by Google

Dans un mémoire publié récemment M. Uppenborn, de Munich, concluait à l'inexactitude de la méthode de la rotation qui, d'après cet auteur, donnait des valeurs trop basses, de 3,3 à 9,9 pour 100. C'est la cause déterminante des essais dont nous allons parler.

Ces essais ont porté sur des lampes à incandescence de différents types et furent conduits comme suit :

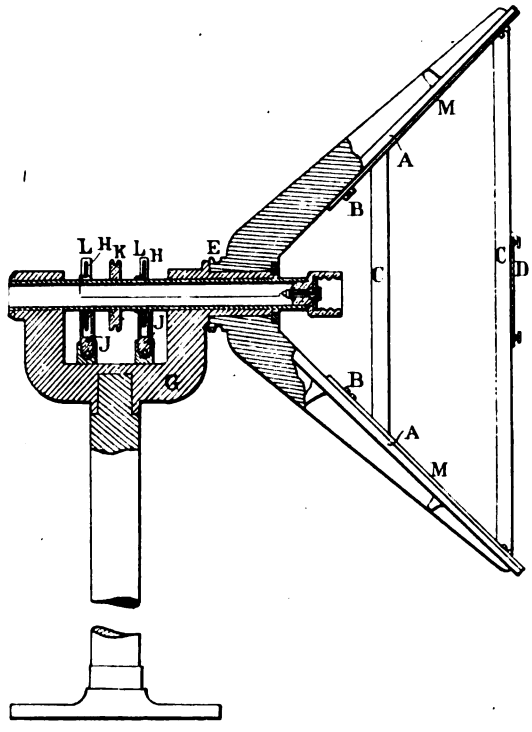
*a*. Miroirs tournant à une vitesse suffisante pour éliminer le vacillement, lampe fixe;

*b*. Miroirs tournant à 180 t:m, lampe fixe;

*c*. Miroirs fixes, lampes tournant à 180 t:m;

*d*. Miroirs fixes, lampes tournant de 500 à 600 t:m.

La comparaison des essais, série *a* et *b*, indique la perturbation due au vacillement; en comparant les résultats des séries *a* et *c*, on trouve les erreurs cumulées dues au vacillement et au déplacement du filament pour une vitesse de rotation de 180 t:m; l'erreur due à cette dernière cause ressort de la comparaison des essais *b* et *c*;




enfin, en comparant les essais des séries *c* et *d* on trouve la perturbation qu'apporte dans les mesures une rotation à grande vitesse (500 à 600 tours) de la lampe.

Quelques mesures furent faites tout d'abord sur une lampe du même type que celles employées par M. Uppenborn : c'était une lampe de 16 bougies 110 volts à filament à boucle ovale maintenu par un ancrage. Cette lampe fut mesurée sous une rotation de 420 t:m; puis les lectures furent faites de 10 en 10° dans le plan horizontal, et enfin on fit une répétition de la première mesure. Si nous représentons par l'unité la première mesure obtenue par la méthode de la rotation, la valeur déduite des lectures de 10 en 10° est égale à 1,002 et on obtient 0,999 pour la seconde mesure sous rotation. Les résultats obtenus par les deux méthodes ne diffèrent donc que de 0,2 à 0,3 pour 100 qui représentent l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales.

En répétant le même essai avec une lampe à deux filaments en boucle non ancrés tournant à la vitesse de 350 tours, on trouve respectivement 1, 1,005 et 0,999 pour les trois valeurs : soit une puissance lumineuse inférieure de 0,5 pour 100 par la méthode de la rotation. Si la vitesse de rotation de la lampe est portée à 500 ou 600 t:m, la puissance lumineuse observée est inférieure de 0,9 pour 100 à la valeur déduite des observations par points. Une autre lampe à double filament donne les résultats suivants : intensité moyenne horizontale à 180 tours; 1 au début, puis 1,003 au milieu et 0,998 à la fin de l'essai, contre 1,002 en employant la méthode par points; soit une différence absolument négligeable.

Si on augmente la vitesse de rotation, on observe toutefois que l'écart entre les mesures faites par les deux méthodes augmente aussi pour atteindre 1,5 pour 100 quand les boucles sont arrivées presque contre l'ampoule, c'est-à-dire un peu en dessous de 500 t:m.

Or, la différence entre les valeurs de l'intensité moyenne horizontale obtenues par la méthode de rotation et la méthode par points peut provenir de deux causes, savoir : l'effet dû à la déformation du filament et celui dû au vacillement qui introduit une incertitude dans la lecture de la valeur moyenne.

Dans les essais que nous venons de décrire les deux causes d'erreur peuvent être séparées, ce qui n'est pas le cas dans les essais de M. Uppenborn.

On peut donc conclure de ces expériences que pour des vitesses de rotation de 300 à 400 t:m, l'erreur due au vacillement sera assez faible surtout si les mesures sont faites par plusieurs observateurs et que la déformation du filament à ces vitesses ne fausse pas sensiblement les mesures. La méthode de rotation donnera donc des résultats suffisamment exacts au point de vue commercial.

A. B.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 23 décembre 1907.*

**Sur les diélectriques liquides.** — Note de M. Louis Malclès, présentée par M. Poincaré. — Dans une précédente note (1), j'ai signalé : 1° que la paraffine dure, fusible vers 72°, est dépourvue d'effet résiduel; 2° que le phénomène de charge ou décharge résiduelle, tel qu'on l'observe sur les diélectriques solides fixés aux armatures, s'observe encore si le diélectrique est noyé dans de la paraffine et n'adhère à aucune surface métallique.

J'ai étendu ce résultat à quelques diélectriques liquides dont j'ai déterminé la constante et le résidu.

(1) *Comptes rendus*, 5 février 1907.

Digitized by Google

Le liquide étudié remplit une cavité cylindrique creusée dans un disque de paraffine maintenu entre les armatures d'un condensateur à anneau de garde. Le disque est légèrement évidé sur ses deux faces. Le contact avec les surfaces métalliques ne se faisant que dans la région des bords, il subsiste entre les armatures du condensateur et la paraffine une épaisseur d'air $\varepsilon$ bien définie, dont il sera tenu compte dans les calculs.

Appelons :

$S$ la surface du condensateur plan;

$C$ la capacité par unité de longueur du condensateur cylindrique;

$+V$ le potentiel du condensateur plan; $-V$ celui du condensateur cylindrique;

$\lambda$ la longueur de la capacité cylindrique équilibrant le condensateur plan;

$e$ l'épaisseur de la cavité cylindrique creusée dans la paraffine;

$E$ l'épaisseur des parois de paraffine.

En opérant d'abord avec le disque de paraffine non rempli de liquide, puis avec le disque de paraffine rempli de liquide, on obtient l'équilibre pour les valeurs

$$\lambda = \frac{1}{4\pi C}\frac{S}{\frac{E}{k}+e+\varepsilon},$$

$$\lambda' = \frac{1}{4\pi C}\frac{S}{\frac{E}{k}+\frac{e}{x}+\varepsilon},$$

desquelles on tire $k$ (constante diélectrique de la paraffine) et $x$ (constante diélectrique du liquide). $C$ peut être déterminé par une expérience dans l'air.

J'ai opéré d'abord sur deux liquides conducteurs : le mercure et l'eau distillée. Pour tous deux j'ai trouvé $\lambda' = 25$ mm. De plus, une fois l'équilibre atteint, j'ai supprimé, au même instant, la charge sur les deux condensateurs. Cette manœuvre n'a été suivie d'aucun effet appréciable sur l'électromètre, ce qui indique l'absence de tout résidu aussi bien pour l'eau distillée que pour le mercure.

Lorsqu'il s'agit de liquides isolants, la mesure de la constante diélectrique doit être corrigée de l'effet résiduel. J'ai mesuré la valeur de cet effet pendant la première minute qui suit la charge; soit $\lambda_2$ le déplacement du compensateur. J'ai alors équilibré toujours les capacités de façon que l'opération fût achevée exactement 1 minute après la charge; soit $\lambda_1$ la lecture du compensateur. La lecture corrigée, donnant la constante diélectrique, est $\lambda' = \lambda_1 - \lambda_2$.

J'ai opéré avec l'huile de vaseline, la benzine et l'essence de térébenthine, liquides ne dissolvant pas la paraffine. Voici les résultats :

| | Benzine. | Huile de vaseline. | Essence de térébenthine. |
|---|---|---|---|
| $\lambda_2$, en mm . . . . | 6,66 | 1,25 | 5,54 |
| $\lambda'$, en mm . . . . | 17,54 | 16,57 | 16,71 |
| $x$. . . . . | 2,23 | 1,90 | 2,02 |

Dans une deuxième série de mesures, j'ai réalisé l'équilibre des capacités, non pas à la fin de la première minute, mais au bout d'un temps assez long pour que la surcharge lente ne subisse plus d'accroissement appréciable. Ce temps a été de 3 minutes pour la benzine, de 10 minutes pour l'essence de térébenthine et de 1 heure environ pour l'huile de vaseline. J'ai constaté qu'au bout de ce temps l'équilibre était encore atteint par une valeur de $\lambda$ très voisine de 25 mm, valeur identique à celle qu'avaient donnée l'eau et le mercure. -

Ainsi *l'équilibre électrostatique qu'on obtient instantanément pour les liquides conducteurs est le même que celui qu'on atteint lorsque, substituant au liquide conducteur un liquide diélectrique à résidu, on attend un temps suffisant pour que la surcharge lente ne subisse plus d'accroissement sensible.*

**Les conditions de rendement maximum pour les appareils téléphoniques.** — Note de MM. Henri Abraham et Devaux-Charbonnel, présentée par M. J. Violle. — Il y a dans chaque poste téléphonique une pile dont le courant traverse d'abord les charbons du microphone, puis le gros fil d'un transformateur. Le fil fin de ce transformateur fait partie du circuit de la ligne, qui contient aussi les récepteurs du poste.

Sans changer les types d'appareils adoptés, on est libre de choisir les dimensions du transformateur et les caractéristiques de ses circuits, comme aussi la résistance des bobines dans les récepteurs téléphoniques.

Ces éléments ont-ils été choisis par les constructeurs de manière à fournir le maximum de puissance dans la transmission de la parole?

La question peut être tout à fait précisée en partant des données suivantes, que nous avons établies expérimentalement (1) :

1° Pour un son donné, le microphone se comporte comme un alternateur sans self-induction, ayant une résistance intérieure $M$. Cette résistance n'est guère définie, pour un même appareil, que du simple au double; elle vaut environ une dizaine d'ohms;

2° La ligne, supposée très longue, se comporte, au départ, comme une résistance ohmique $R$, de l'ordre de 500 ohms, en série avec une capacité $C$ d'une fraction de microfarad;

3° A l'arrivée, la ligne agit comme un alternateur qui aurait précisément ces mêmes caractéristiques intérieures $R$ et $C$, et dont la force électromotrice serait une fraction déterminée de la force électromotrice au départ.

Moyennant ces données expérimentales, il est possible d'établir une théorie analytique complète de la transmission d'un son musical par une ligne téléphonique très longue.

Nous donnerons ici les conditions auxquelles doivent satisfaire les appareils pour que la transmission fournisse, à l'audition, un son aussi intense qu'il est possible.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 867 et 1155.

Digitized by Google

Récepteurs téléphoniques. — Pour tout type de récepteurs, où l'encombrement des bobines est donné, le diamètre du fil doit être tel que la résistance de chacun des deux récepteurs soit un peu supérieure au quart de la résistance ohmique apparente $R$ de la ligne (en y comprenant la résistance du fil fin du transformateur).

*Cette règle conduit à prendre des récepteurs ayant une résistance de* 100 *à* 200 *ohms.*

Rapport de transformation. — Désignons par $R$ la résistance ohmique apparente de la ligne, et par $M$ la résistance intérieure du microphone. La valeur la plus favorable du rapport de transformation est un peu supérieure à la quantité

$$\sqrt{\frac{R}{2M}},$$

*Cette règle conduit à prendre un rapport de transformation voisin de* 6 *ou* 7.

Bobinage du transformateur. — La condition de maximum est celle-ci : *l'impédance du fil fin du transformateur doit être notablement plus grande que la résistance apparente R de la ligne*; mais il n'y a pas grand intérêt à dépasser beaucoup cette valeur.

Dans tous les bons appareils du commerce que nous avons examinés, les trois conditions précédentes étaient généralement bien réalisées.

Dimensions du transformateur; son rendement en énergie. — Nous avons déterminé le rendement des transformateurs téléphoniques en mesurant l'amplitude et la phase des courants et des forces électromotrices primaires et secondaires de l'appareil en ligne.

Le rendement de tous les transformateurs téléphoniques industriels que nous avons eus entre les mains était inférieur à 60 pour 100.

*Ce rendement médiocre tient à ce que les transformateurs des appareils téléphoniques sont trop petits.*

Une fois averti, rien n'est plus facile que de réaliser des bobines de transformation qui ne soient ni encombrantes ni dispendieuses (1), dont le rendement atteigne 90 pour 100, et qui augmentent dans la même proportion la puissance de la transmission.

Il ne faudrait pas, cependant, attribuer trop d'importance à ce perfectionnement. On gagne bien moitié sur l'énergie utilisée, mais l'oreille est si peu sensible aux variations de l'intensité des sons, que c'est à peine si, à l'audition, la transmission semble améliorée.

Pour assurer une transmission régulière aux très grandes distances, c'est surtout sur le microphone que devraient, semble-t-il, se porter les efforts des inventeurs : cet appareil paraît encore susceptible de grands perfectionnements.

(1) Voici, par exemple, les caractéristiques d'une pareille bobine de transformation :

| | |
|---|---|
| Longueur, en cm | 17 |
| Diamètre extérieur, en cm | 3 |
| Section totale des fils de fer, en cm² | 0,5 |
| Nombre de tours du gros fil | 550 |
| Nombre de tours du fil fin | 5500 |
| Diamètre du gros fil, en mm | 1,1 |
| Diamètre du fil fin, en mm | 0,4 |
| Résistance du gros fil, en ohm | 0,9 |
| Résistance du fil fin, en ohms | 24 |
| Self-induction du fil fin, en henry | 0,4 |

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 5 février* 1908.

M. Devaux-Charbonnel traite de l'**Emploi du galvanomètre Abraham pour la mesure des différences de phase et de ses applications à la téléphonie.**

M. Devaux-Charbonnel décrit brièvement le galvanomètre de M. Abraham qui a servi à ses expériences (1), il montre comment cet appareil permet d'évaluer les différences de phase.

Ne pouvant utiliser les courants téléphoniques à cause de leur complexité, M. Devaux-Charbonnel a employé des courants alternatifs de fréquence voisine de celle des courants téléphoniques et a pris pour cela un alternateur donnant des courants à la fréquence de 500 périodes par seconde. Il a commencé par étudier la ligne du réseau de Paris qui est souterraine et a pu vérifier que son impédance varie suivant que les extrémités des fils qui la constituent sont bouclés ou non.

Lorsque la ligne est très longue, son impédance est indépendante de la position de son extrémité et le courant se propage tout le long, suivant une loi exponentielle; en pratique la différence de potentiel à l'arrivée est vingt fois plus petite qu'au départ pour une ligne indéfinie entre deux points à 60 kilomètres environ l'un de l'autre.

M. Devaux-Charbonnel, après avoir étudié la ligne téléphonique, a examiné les récepteurs, c'est ainsi qu'un récepteur Ader, modèle de réseau, a une résistance et une self-induction variables avec le courant qui le traverse.

Avec 13 milliampères $R=204$ ohms et $L_e=0{,}022$ henry.

Avec 5 microampères $R=168$ ohms et $L_e=0{,}028$ henry.

En somme, la résistance diminue avec le courant et la self-induction augmente. Les bobines d'induction ont été également étudiées.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Gasnier sur **Les voitures mixtes pétroléo-électriques et les transmissions électriques.** Ce sujet ayant déjà été traité ici même (2), nous n'y reviendrons pas.

A. S.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 365, du 10 mars 1907, p. 104.
(2) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 385 du 10 janvier 1908. p. 6.

Digitized by Google

# LÉGISLATION ET JURISPRUDENCE

Les industries électriques se développent tous les jours davantage. Elles ne soulèvent pas uniquement des problèmes d'ordre scientifique, mais des difficultés d'ordre économique ou juridique qu'il est important de savoir résoudre. Ces difficultés sont d'autant plus nombreuses et d'autant plus ardues qu'elles n'intéressent pas seulement les rapports des particuliers entre eux, mais les relations des producteurs et des consommateurs avec les pouvoirs publics. Elles prennent donc naissance, tantôt sur le terrain du droit civil et du droit commercial, tantôt sur celui du droit administratif. A ce dernier point de vue, elles méritent une attention particulière, puisqu'elles procèdent d'une réglementation toute nouvelle et qui n'est même pas encore complètement achevée. Nous nous proposons d'en retracer le tableau et d'en donner la clef, en renouant une tradition déjà ancienne dans ce journal. A cet effet, nous insérerons d'une façon à peu près périodique, dans un bulletin spécial, les principales décisions de jurisprudence, en nous bornant à en donner un sommaire lorsqu'elles seront simples, en les accompagnant de commentaires dans le cas contraire.

ADRIEN CARPENTIER.
Chargé de Cours à la Faculté de droit de Paris.
Avocat à la Cour d'Appel.

**Accidents du travail. — Indemnité journalière. — Apprenti.** — L'indemnité journalière due à un apprenti, victime d'un accident du travail, ne peut être inférieure à la moitié du salaire le plus bas des ouvriers valides de la même catégorie occupés dans l'entreprise : la circonstance qu'en faisant application de cette règle on arrive à donner à l'apprenti une indemnité supérieure au montant de son salaire est indifférente et ne saurait être mise en avant pour écarter ce mode de calcul qui découle de la loi. — Cassation, *Chambre civile*, 7 août 1907.

**Assurance contre les accidents. — Intoxication saturnine.** — Lorsqu'une entreprise (dans l'espèce une Société pour la fabrication des accumulateurs électriques) a souscrit une assurance ayant pour objet de garantir sa responsabilité, aussi bien dans le cas de l'application de la loi du 9 avril 1898 que dans les termes du droit commun, en déterminant un chiffre maximum par victime et un autre chiffre maximum par accident, si elle a stipulé que les *coliques de plomb* seraient comprises dans l'assurance et regardées comme accidents en ce qui touche les ouvriers, on doit admettre que les parties ont entendu donner aux mots *coliques de plomb* l'acception que leur confère le langage courant, et qui est usitée pour désigner le genre de maladie auquel sont exposés les ouvriers qui manipulent des substances plombiques, sans distinction entre les diverses formes de cette maladie. La Compagnie d'assurances ne saurait donc soutenir, en présence d'une pareille clause, qu'elle ne s'est engagée à garantir que les premières manifestations de l'intoxication saturnine, c'est-à-dire une indisposition industrielle d'une durée en général peu étendue, et qu'elle ne saurait être tenue de réparer les conséquences des maladies véritables résultant de cette intoxication. Ce sont ces dernières seules en effet, et non l'indisposition initiale résultant des douleurs intestinales qui mettent en jeu à proprement parler la responsabilité des patrons et on ne comprendrait guère, qu'en cherchant à s'assurer dans de pareilles conditions, le patron ait entendu se couvrir contre des accidents qui ne sont pas de nature à lui porter atteinte et rester découvert au contraire en face des accidents véritables qui peuvent engager sa responsabilité. — *Tribunal de Commerce de la Seine*, 8 août 1907.

**Brevet pris en France et à l'étranger. — Durée. — Domaine public.** — Lorsque la prise d'un brevet en France a été précédée de la prise de brevets en différents pays étrangers pour le même inventeur, il ne suffit pas que le brevet originaire soit tombé dans le domaine public pour que le brevet français encoure la déchéance, il faut que tous les brevets étrangers pris antérieurement soient également tombés dans le domaine public. C'est ainsi qu'il faut entendre l'article 29 de la loi du 5 juillet 1844. — Douai, 19 novembre 1907. Arrêt rendu entre la Compagnie française Thomson-Houston et la Compagnie de Tramways électriques de Lille à l'occasion du brevet Knight et Polter, ayant pour objet un procédé de régulation série parallèle d'une voiture de tramway munie de deux moteurs électriques.

**Enregistrement. — Acte administratif.** — On ne peut se refuser de considérer comme des actes soumis obligatoirement à l'enregistrement dans un délai déterminé et passibles du droit de 2 pour 100 des actes passés par le maire d'une commune contenant acceptation d'abonnement au service des eaux et au service de l'éclairage électrique de la commune sous le prétexte que les délibérations du Conseil municipal réglementant les conditions et le tarif des abonnements n'avaient pas été soumises à l'approbation de l'autorité préfectorale. — Chambre des requêtes. Admission du pourvoi formé par l'administration de l'Enregistrement contre un jugement du Tribunal de Château-Chinon, du 20 novembre 1905.

**Syndicat professionnel.** — Pour qu'un Syndicat professionnel puisse se porter partie civile à l'occasion de poursuites dirigées par le Ministère public, il faut nécessairement que ses intérêts collectifs soient lésés. — Cassation, 26 décembre 1907.

Digitized by Google

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### INFORMATIONS

**Compagnie parisienne de distribution d'électricité.** — A partir du 1er janvier 1914, l'exploitation de l'électricité, en vertu de la convention intervenue entre la Ville, l'Union des Secteurs et la Société d'Études (Schneider-Mildé) sera assurée par une Société constituée au capital de 50 millions en actions de 250 fr sous la dénomination de Compagnie parisienne de Distribution d'électricité.

Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, qu'aussitôt après la signature de la convention du 21 mars 1907, les deux groupes participants : Union des Secteurs et Société d'études pour l'Energie électrique à Paris (Schneider-Mildé) s'en adjoignirent un troisième, la Société d'Électricité de Paris, qui est un des principaux producteurs de courant de la région parisienne. Ils convinrent entre eux que le capital de 50 millions serait souscrit à raison de 55 pour 100 par l'Union des Secteurs, de 35 pour 100 par la Société d'Études et de 10 pour 100 par l'Électricité de Paris.

---

**Société des Forces motrices de la Haute-Durance.** — La Société des Forces motrices de la Haute-Durance, fondée le 19 février 1906, suivant acte reçu par Me Grange, notaire à Paris, au capital de 5 500 000 fr, divisé en 22 000 actions de 250 fr actuellement entièrement libérées, a pour objet notamment l'établissement et l'aménagement d'une chute d'eau, au moyen de la dérivation des eaux de la Durance, sur les territoires des communes de la Saulce, Lardier, Vitrolles, Monétier et Ventavon, arrondissement de Gap (Hautes-Alpes), et toutes opérations se rattachant aux usines hydrauliques et électriques. Son conseil d'administration est composé de techniciens sous la présidence de M. Jéramec, ingénieur, officier de la Légion d'honneur.

L'assemblée générale extraordinaire du 15 juin 1907 a décidé la création d'obligations de 500 fr 5 pour 100 jusqu'à concurrence d'un capital nominal de 12 millions de francs. Sur ces 24 000 titres, 12 000 sont actuellement émis et viennent d'être introduits à la cote du marché en banque, au prix de 490 fr.

L'annuité nécessaire au service de ces obligations est de 300 000 fr jusqu'en 1913 et 329 000 fr de 1913 à 1963; elle serait au maximum de 660 000 fr pour la totalité des 24 000 obligations autorisées. En rapprochant de ces chiffres le montant des recettes annuelles de 1 215 000 fr (1909-1913), et 1 600 000 fr (1913-1963), à provenir de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen pour une dépense d'exploitation de 550 000 fr, on voit que, même sans faire état d'aucun supplément de recette, le service des obligations se trouve très largement assuré, du fait de la seule exécution du contrat avec la susdite Société.

L'obligation 5 pour 100 de la Société des Forces motrices de la Haute-Durance rapporte 25 fr brut, payables le 1er janvier et le 1er juillet de chaque année.

---

— On annonce de Milan que la Société pour la fabrication de machines électriques *Tecnomasio italiano* va se fusionner avec les fabriques Gadda et Brown, le Tecnomasio prenant la direction des trois entreprises.

---

**Société française de Distribution et de Constructions électriques.** — Les actionnaires de la Société française de Distribution et de Constructions électriques, réunis dernièrement en assemblée générale ordinaire, ont approuvé les comptes de l'exercice écoulé, se soldant par un bénéfice de 137 578,22 fr, et fixé le dividende à 25 fr par action.

---

**Tramways de Rotterdam.** — Dans le courant de l'exercice 1906-1907, la traction électrique s'est étendue à toutes les lignes du réseau de Rotterdam, sauf celle de Charlois.

La ligne du parc, inaugurée le 19 septembre 1905, recevait le courant électrique d'une usine centrale provisoire, installée aux frais de la Société avec le concours de la Compagnie mutuelle de tramways.

Le 15 octobre 1906, la commune de Rotterdam fit savoir qu'elle était en mesure de fournir l'énergie nécessaire pour tout le réseau de l'exploitation.

Dès lors, les différentes lignes furent successivement mises à l'électricité.

1. Prinsenhoofd-Centraalstation, le 15 octobre 1906;
2. Oude Hoofdplein-Willemspl., le 25 octobre 1906;
3. Boompjes Bergweg, le 25 novembre 1906;
4. Beursplein-Delfshaven, le 17 décembre 1906;
5. Beursplein-Schiedam, le 17 décembre 1906;
6. Oudedijk-Middellandstraat, le 13 mars 1907;
7. Boompjes-Hoevestraat, le 27 mars 1907.

Depuis cette dernière date, tout le réseau est exploité à l'électricité, excepté la ligne « Wilhelminakade-Vlaskade », dont l'électrification se fera dans le courant de l'année, et celle de « Rotterdam-Overschie », qui restera à traction chevaline.

La longueur des lignes desservies est de 47 km 787 m, avec un développement de voie simple de 68 km 564 m.

Le matériel roulant se compose actuellement de 126 voitures motrices pourvues d'auvents vitrés et de 90 remorquées, dont 50 fermées et 40 ouvertes. En outre, 25 nouvelles voitures motrices sont en construction.

De nouveaux locaux ont été construits pour les bureaux et et les différents services de la Société, ainsi que des extensions de remises destinées à abriter le matériel roulant, nécessitées par l'extension du trafic.

| | |
|---|---|
| Le nombre de voyageurs transportés pendant l'exercice 1906-1907 est de . . . . . | 21 173 639 |
| Celui de l'exercice précédent était de . . . . . | 15 743 982 |
| Soit une augmentation, pour le dernier exercice, de . . . . . | 5 429 657 |
| Le total des recettes de l'exploitation, du 1er juillet 1906 au 30 juin 1907, est de. . . . . | 2 484 228,63 fr. |
| Celui de l'exercice précédent était de. . . . . | 1 860 178,23 |
| Soit une augmentation, pour le dernier exercice, de 33,54 p. 100, soit . . . . . | 624 050,40 fr. |
| Du 1er avril au 31 décembre 1907, période pendant laquelle tout le réseau a été exploité à l'électricité, les recettes se sont élevées à. . | 2 278 408,00 fr. |
| Celles des mois correspondants de l'année précédente étaient de . . . . . | 1 592 286,00 |
| Soit une plus-value en faveur de l'exploitation électrique de 43,09 pour 100, soit. . . . . | 686 120,00 fr. |

Pour les tramways à vapeur de Flessingue-Middelbourg et extension, les diverses améliorations prévues ont été réalisées en grande partie et mettent le réseau et le matériel en bon état. La voie a été réparée et considérablement améliorée sur toute son étendue,

Les bénéfices réalisés par les deux exploitations ont permis la distribution d'un dividende de 4 fr pour chaque action de capital.

---

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 222. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 389. 10 Mars 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Augmentation de la résistance des filaments de tantale. — Statistique des stations centrales suisses. — Les turbines à vapeur dans les exploitations minières. — Isolement des paliers des alternateurs à inducteurs tournants. — Les machines à vapeur employées à la production de l'électricité en Prusse. — Un ascenseur électrique à grande vitesse. — Les installations électriques à bord du paquebot « Lusitania ». — La législation des chutes d'eau en Suisse. — L'industrie électrique au Japon. . . 97

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements :* Cannes. Orléans. *Étranger :* Madrid . . . . . 100

LA TRACTION ÉLECTRIQUE SUR LES CHEMINS DE FER EN AMÉRIQUE. Progrès du système à courant alternatif simple. **Henry.** 101

INFLUENCE DES VARIATIONS DE TENSION SUR LES LAMPES A INCANDESCENCE. **F. Loppé.** . . . . . 106

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SUISSE. (*Suite.*) **A. Z.** . . . . . 108

INTERRUPTEURS ALIOTH POUR COURANTS A HAUTE TENSION. **Henry.** . 112

EMPLOI DES ALTERNATEURS ASYNCHRONES DANS LES STATIONS CENTRALES. **A. Soulier** . . . . . 114

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 30 décembre* 1907. — Spectrophotométrie et signes électriques des solutions, par **Ch. Henry.** — Chaleur spécifique et moléculaire des substances ferro-magnétiques, par **P. Weiss.** — Réduction électrolytique de l'indigo, par **H. Chaumat.** . . . . . 115

*Séance du 6 janvier* 1908. — Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension, par **A. Cathiard.** . . . . . 115

*Séance du 13 janvier* 1908. . . . . 116

*Séance du 20 janvier* 1908. — Sur un cas exceptionnel du phénomène de Zeeman, par **A. Dufour.** . . . . . 116

*Séance du 27 janvier* 1908. — Action des rayons X sur la plaque photométrique, par **M. Chanoz.** . . . . . 116

*Séance du 3 février* 1908. — Sur un nouveau four électrique à arc applicable aux recherches de laboratoire, par **L. Clerc et Ad. Minet.** — Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension, par **A. Cathiard.** — Modifications anormales, dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés, par **A. Dufour.** — Sur la réduction de l'indigo par voie électrolytique, par **H. Chaumat** . . . . . 117

BREVETS D'INVENTION . . . . . 118

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Informations :* Le Nickel de la Nouvelle-Calédonie. — *Assemblée générale :* Compagnie parisienne de l'Air comprimé. . . . . 119

## INFORMATIONS

**Augmentation de la résistance des filaments de tantale.** — La haute conductibilité des filaments de tantale, comme de tous les filaments métalliques récemment créés, a de grands inconvénients; elle oblige à allonger beaucoup ces filaments et à réduire leur section, et encore ne parvient-on, malgré tout, qu'à faire des lampes de grande puissance lumineuse ou de faible tension. Il est évident que si, sans modifier ses qualités, on pouvait augmenter la résistivité du filament métallique, on aurait réalisé un grand progrès.

C'est ce qu'ont tenté de faire les ingénieurs de la General Electric C°, des États-Unis, et, bien qu'ils ne soient pas arrivés à obtenir des résultats parfaits, ils ont néanmoins fait breveter le procédé employé. Ce procédé consiste à transformer partiellement le filament de tantale en azoture en faisant passer, pendant 15 minutes, un courant électrique dans le filament plongé dans une atmosphère d'azote à la pression de 15 mm de mercure.

Dans ces conditions, la résistance du filament augmente de 370 pour 100 environ.

Notre confrère, *The Electrician*, publie, à ce sujet, des résultats d'essais effectués par M. L. H. Walter, qui confirment ceux obtenus par la General Electric C°. La résistivité du fil de tantale ainsi traité serait d'environ 44 microhms-centimètre. Malheureusement, la résistance mécanique du filament, qui constitue une des supériorités de la lampe au tantale, a disparu; le fil métallique a perdu de son éclat, et l'examen microscopique démontre qu'il a maintenant une structure cristalline.

M. Walter n'a pu faire d'essais électriques sur ce filament ainsi transformé; il serait cependant intéressant de savoir si les autres propriétés physiques, en particulier la température de fusion, n'ont pas été aussi altérées. A. B.

**Statistique des stations centrales suisses.** — Le secrétariat de l'Association suisse des Électriciens vient de publier la liste détaillée des stations centrales suisses existant à la fin de 1906. Nous extrayons de cet intéressant et très complet travail les renseignements qui suivent, dans lesquels les chiffres placés entre parenthèses donnent les indications fin 1905.

Le nombre total des stations fournissant de l'énergie à des



Digitized by Google

tiers est de 559 (494); la statistique donne des renseignements détaillés sur 245 (207) de ces stations, tandis que quelques-uns font défaut pour les 294 (287) autres stations.

Parmi ces stations, il y en a 240 (235) qui ont des usines génératrices à elles; 50 (41) qui ont bien des usines génératrices, mais ne fournissant qu'une partie de l'énergie, le reste étant fourni par une autre centrale, et 249 (208) qui empruntent la totalité de l'énergie qu'elles fournissent à des tiers à une autre centrale.

La puissance totale des moteurs (non compris les batteries) des centrales qui possèdent des usines génératrices et n'empruntent pas d'énergie à d'autres centrales, et pour lesquelles sont donnés des renseignements détaillés (171), est de 168 920 kw.

La puissance de 32 de ces stations est supérieure à 1000 kw; l'une d'elles a une puissance de 15 900 kw.

Les dépenses d'installation des usines génératrices par kw sont, en moyenne, de 1060 fr pour celles d'une puissance inférieure à 1000 kw, de 786 fr pour celles d'une puissance comprise entre 1000 et 2000 kw, et de 682 fr pour celle de 15 900 kw.

Le prix moyen par kw du restant des installations est de 765 fr pour les stations centrales de moins de 1000 kw, et de 664 fr pour celles de plus de 1000 kw.

61 (soit 25 pour 100) de ces centrales fournissent du courant continu; 155 (soit 65 pour 100) du courant alternatif, et 24 (soit 10 pour 100) les deux genres de courant.

10 centrales fournissent du courant alternatif à une tension supérieure à 10 000 v, dont 4 à 25 000 v; l'une d'elles fournit du courant continu à 25 000 v. F. L.

**Les turbines à vapeur dans les exploitations minières.** — L'attention du public a déjà été attirée sur les applications, en France, de la turbine à vapeur dans les exploitations minières, et notamment celles faites aux mines de Lens, de Marles, de Liévin, de Roche-la-Molière, de Firminy, de Jarny, de Saint-Pierremont, d'Anzin, etc.

Les mines de la Mourière viennent, à leur tour, de commander deux turbo-groupes mixtes composés chacun d'une turbine à vapeur de 1900 poncelets environ accouplée directement à un alternateur à courants triphasés de 1000 kw, 3000-3200 volts et à une dynamo à courant continu à tension variable d'environ 650 kw, ± 500 volts, destinés à fournir le courant à un treuil d'extraction.

Ces turbo-groupes sont du système Brown-Boveri Parsons, et ont été construits dans les ateliers de la Compagnie électro-mécanique.

**Isolement des paliers des alternateurs à inducteurs tournants.** — Un phénomène assez curieux a été souvent observé sur les alternateurs à inducteurs tournants : pendant leur fonctionnement, on a constaté la présence d'une force électromotrice quelquefois assez élevée entre les deux extrémités de l'arbre supportant les inducteurs. Pour éviter les pertes résultant des courants parasites provoqués par cette différence de potentiel, on isole généralement les paliers de ces arbres par rapport au bâti.

Dans un article publié par *Electrical World* du 16 novembre dernier, MM. Punga et Iless donnent une explication de ce phénomène bizarre.

Les joints de la carcasse fixe de l'induit ont, on le sait, pour effet d'augmenter la résistance du circuit magnétique se fermant par les pôles situés de part et d'autre de ces joints, de sorte que le flux passant par l'arbre perpendiculairement à sa direction varie pendant la rotation de cet arbre et donne naissance à une force électromotrice entre ses extrémités.

Les auteurs montrent comment on peut calculer cette force électromotrice parasite et rendent compte d'essais qui leur ont permis de vérifier leurs calculs.

Ils indiquent, en outre, un moyen permettant de réduire au minimum les effets des réactions d'induit qui contribuent également à augmenter la force électromotrice induite dans l'arbre. A. S.

**Les machines à vapeur employées à la production de l'électricité en Prusse.** — D'après les statistiques officielles, la Prusse comptait au 1er avril 1905, 105 586 machines à vapeur d'une puissance totale d'environ 3,7 millions de kw; 4217 de ces moteurs, ayant ensemble une puissance de 495 980 kw actionnaient uniquement des dynamos, et 1462, d'une puissance totale de 86 120 kw, actionnaient simultanément des dynamos et d'autres appareils, en particulier des machines-outils; il y avait donc 5679 moteurs d'une puissance totale de 581 410 kw, utilisés pour la production de l'énergie électrique; le nombre des machines produisant de l'énergie électrique était de 5,38 pour 100 du total des machines, et la puissance utilisée de 15,78 pour 100 de la puissance totale.

Les machines à vapeur utilisées pour la production de l'énergie électrique, se répartissaient comme il suit :

| | Nombre. | Puissance en kw. |
|---|---|---|
| Pour la lumière | 3927 | 174 400 |
| — le transport de l'énergie | 154 | 25 300 |
| — l'électrolyse | 36 | 5 160 |
| — l'éclairage et le transport de l'énergie | 1545 | 370 510 |
| — l'éclairage et l'électrolyse | 57 | 6 040 |
| Totaux | 5679 | 581 410 |

Une constatation intéressante est la progression toujours croissante des groupes puissants employés à l'éclairage. Alors qu'en 1900 il n'y avait que 57 moteurs d'une puissance supérieure à 736 kw, on en comptait 117 en 1905. Il y avait alors 6 groupes de 1500 kw, 6 de 2200 kw, 8 de 3000 kw et un groupe de 4250 kw. F. L.

**Un ascenseur électrique à grande vitesse.** — *Electrical World* du 23 novembre dernier donne le compte rendu d'une communication de M. Pratt devant l'*American Society of Mechanical Engineer*, dans laquelle cet auteur décrit un ascenseur électrique qui paraît présenter sur les dispositifs ordinaires de sérieux avantages.

La cabine de l'ascenseur est accrochée à un câble passant deux fois sur la poulie motrice et sur une poulie folle, pour augmenter l'adhérence. A l'autre extrémité est attaché un contrepoids. La poulie motrice est commandée directement par un premier moteur électrique puissant et, sur l'arbre de ce dernier, est calée une roue hélicoïdale en prise avec une vis sans fin, actionnée par un moteur plus faible.

Le pas de la vis sans fin est tel que la transmission est irréversible, et les vitesses angulaires des deux moteurs sont dans le même rapport que celles des deux organes de cette transmission; les deux moteurs sont montés en série. Le treuil de l'ascenseur ne peut être mis en route que quand la vis sans fin est en mouvement, et la vitesse de cette dernière règle celle de l'ascenseur sans dépense notable d'énergie.

On évite ainsi les inconvénients d'un frein ordinaire qui serait moins sûr. D'autre part, la commande directe de l'arbre des poulies par le gros moteur donne un meilleur rendement qu'une transmission par vis sans fin. De sorte que l'ascenseur possède les avantages essentiels des commandes directes et des commandes par vis sans fin. A. S.

**Les installations électriques à bord du paquebot transatlantique la *Lusitania*** — Ce navire de 240 m de long, qui appartient à la Compagnie Cunard, a fait dernièrement la traversée de l'Atlantique en un peu plus de cinq jours, battant ainsi tous les records. L'*Engineering* de Londres du

Digitized by Google

2 septembre donne la description des installations électriques de ce navire géant.

Onze ascenseurs électriques assurent le service des passagers et de leurs bagages; ils sont actionnés par du courant continu à 120 v. Chacun des deux ascenseurs servant aux voyageurs a une course de 11 m, et la cabine marche à la vitesse de 0,75 m à la seconde; la corde de suspension en fil d'acier passe haut et bas sur des poulies de renvoi, et le treuil est installé sur le pont. Les freins, formés de bandes d'acier, sont actionnés par des électro-aimants; lorsque l'on ferme le circuit électrique, le frein est desserré automatiquement; il est serré, au contraire, automatiquement quand le courant est interrompu. Le moteur de 6 kw est commandé par l'intermédiaire d'un démarreur et de deux commutateurs, l'un pour chacune des directions; ces commutateurs peuvent être actionnés soit à la main, soit par l'intermédiaire d'électro-aimants, commandés de la cabine. Deux des monte-charge, chacun pour une charge de 2 tonnes, sont actionnés par des moteurs de 22 kw, à la vitesse de 0,50 m par seconde.

La descente des canots s'effectue à la vitesse de 1,25 m par seconde, au moyen de 4 treuils actionnés par un arbre commandé par un moteur-série de 10 kw, à la vitesse angulaire de 600 t : m, et ce moteur peut être surchargé au double de sa puissance normale; son frein magnétique est commandé par les pôles inducteurs, de sorte que, suivant l'intensité du courant, le frein est serré ou desserré. Le combinateur servant à la commande de ce moteur est disposé horizontalement et installé dans son bâti.

Sur le pont, il y a, en outre, quatre grues de 1,5 tonne chacune, l'une de 5,4 m de portée, les autres de 7,8 m. La poutre verticale d'une des grues peut tourner sous l'action d'un moteur de 2 kw (à 110 v et une vitesse angulaire de 750 t : m); la charge est élevée au moyen d'un moteur de 11 kw.

Une station centrale spéciale a été installée pour l'éclairage électrique; cette station comporte 3 turbomoteurs Parson de 375 kw. Les génératrices sont à excitation en dérivation, à la tension de 110 v, et leur vitesse angulaire est de 1200 t : m. A pleine charge, la consommation de vapeur est de 21,8 kg par kw, à demi-charge de 27,6 kg.

Le tirage forcé dans la salle des chaudières est assuré par 32 ventilateurs; chaque groupe de 2 ventilateurs est actionné par un moteur de 37 kw, à la vitesse angulaire de 450 t : m; l'air est à une pression de 8,2 cm d'eau.

Les moteurs sont complètement cuirassés, et leur refroidissement, qui doit être très énergique, vu la haute température qui règne dans la salle de chauffe, est assuré par un petit ventilateur qui souffle de l'air autour de l'induit. Les moteurs sont commandés au moyen de combinateurs installés près des ventilateurs. Ces combinateurs peuvent également être manœuvrés à l'aide de petits moteurs, qui peuvent être commandés de la salle des machines; la position du combinateur y est indiquée par des signaux optiques et acoustiques. Douze ventilateurs assurent l'aération de la salle des machines; ils débitent 450 m³ d'air à la minute et sont actionnés, deux par deux, par des moteurs-série, tournant à la vitesse angulaire de 315 à 450 t : m; la variation de la vitesse angulaire dépend du couplage en série ou en parallèle des bobines inductrices. F. L.

**La législation des chutes d'eau en Suisse.** — *La Revue polytechnique de Genève* (n° du 25 novembre 1907) annonce que la Commission du Conseil national, pour l'initiative concernant l'énergie hydraulique, a rédigé comme il suit l'article 24 *bis* de la Constitution fédérale.

L'utilisation de l'énergie hydraulique est placée sous la surveillance de la Confédération. La législation fédérale édictera à ce sujet des dispositions générales pour sauvegarder les intérêts publics. Sous réserve de ces dispositions, il appartient aux cantons de régler l'exploitation de l'énergie hydraulique; cependant, pour les cours d'eau qui se trouvent sous la souveraineté de plusieurs cantons, c'est la Confédération qui octroiera les concessions, lorsque les cantons n'auront pas réussi à se mettre d'accord sur une concession commune.

De même, il appartient à la Confédération d'octroyer des concessions pour les cours d'eau alimentant la frontière du pays, après avoir entendu les cantons intéressés. Les droits et redevances à payer pour l'utilisation de l'énergie hydraulique appartiennent aux cantons ou à leurs ayant-droit, suivant la législation cantonale. L'utilisation de l'énergie hydraulique ne doit pas être rendue trop onéreuse par ces droits et redevances, pas plus que par les autres conditions des concessions.

Les dispositions relatives au transport et à la distribution de l'énergie électrique sont réservées à la législation fédérale. La dérivation à l'étranger de l'énergie des chutes ne pourra s'effectuer sans l'autorisation du Conseil fédéral. La future législation fédérale sera applicable à toutes les concessions qui seront accordées après l'entrée en vigueur de cet article. F. L.

**L'industrie électrique au Japon.** - Les industries électriques prennent un développement considérable au Japon. La Compagnie cuprifère de Furukawa va établir à Nikko une nouvelle manufacture pour la fabrication des fils de cuivre, la manufacture actuelle étant devenue insuffisante. D'après le dernier bilan, la production totale de fils de cuivre s'élève, pour ces ateliers, à 300 000 ou 400 000 kin par mois (le kin vaut environ 0,605 kg). Ce fil est principalement employé pour la construction des câbles à Tokio et à Yokohama. Les fils recouverts employés pour les réseaux de l'État sont encore achetés à l'étranger, mais les manufactures locales étudient le développement sur une large échelle de leurs installations.

Le gouvernement japonais compte acquérir, pour le port de Yokohama, 31 grues électriques d'une puissance de 1 à 75 tonnes et deux grues de 50 tonnes.

Il existe, en ce moment, plus de 100 usines hydro-électriques sur le territoire du Japon, et de très intéressants projets sont sur le point de se réaliser. Parmi ces derniers, on peut citer l'installation, sur la rivière Tamagawa, d'une usine desservant Tokio, sur une distance de 40,4 km environ, par le transport à 40 000 volts de 20 000 kw; celle d'une usine de 32 000 kw qui doit être élevée entre Kyoto et Osaka. Ajoutons que des entrepreneurs japonais étudient l'utilisation de nombreuses chutes d'eau coréennes.

Une société, au capital de 15 000 000 de yens (37 500 000 fr), s'est constituée à Tokio, pour la construction d'un chemin de fer électrique souterrain, analogue au Métropolitain de Londres, destiné à relier les faubourgs suburbains au centre de la ville. Cette ligne aurait 18 km environ. On estime que, grâce à la main d'œuvre indigène, la dépense ne sera pas considérable. D'autres projets analogues sont à l'étude pour plusieurs villes japonaises.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Cannes (Alpes-Maritimes).** — *Station centrale.* — Le Conseil municipal a entendu lecture d'un rapport très documenté sur l'importante question de l'électricité. De nombreuses demandes en concession ont été présentées, celle de M. Sergent est seule à retenir.

La ville de Cannes donnera la concession sans monopole.

Digitized by Google

L'usine thermique sera établie dans la commune. Le courant sera triphasé. La concession sera accordée pour une période de 30 années. Après une période d'exploitation de dix années, la ville pourra faire le rachat des installations. A la fin de la concession elles deviendront sa propriété.

Les conclusions du rapporteur sont adoptées.

**Orléans.** — *Station centrale pour le canal.* — Il vient d'être élaboré un programme de travaux très importants nécessitant une dépense de plusieurs millions et consistant presque entièrement dans l'établissement d'une usine centrale génératrice d'énergie électrique, d'une ligne de distribution et de groupes élévatoires à chacune des écluses du versant de la Loire.

Le programme et le cahier des charges y faisant suite ont conséquemment pour objet la fourniture et la pose du matériel mécanique et électrique d'une installation destinée à compléter l'alimentation naturelle du canal d'Orléans par élévation mécanique de l'eau de bief en bief à partir de la Loire jusqu'au bief de partage.

L'installation comprendra, savoir :

1° Une usine centrale produisant de l'énergie électrique;

2° Une ligne de transport et de distribution de cette énergie;

3° Onze sous-stations de pompes commandées électriquement et installées au droit de chacune des écluses du versant;

3° Une douzième sous-station placée au pied de la digue de l'étang réservoir de la Vallée pour emmagasiner une partie des eaux surabondantes du bief de partage pendant les périodes pluvieuses.

L'usine centrale sera établie sur le bord du canal au point kilométrique 14,4 km en amont du bourg de Fay-aux-Loges immédiatement en aval de l'écluse de ce nom (qui est au point 14,442 km) et sensiblement au milieu du versant de la Loire. La ligne électrique assurant la distribution de l'énergie aura donc 14,4 km du côté de la Loire ou de Combleux et 12,948 km du côté de Combreux, c'est-à-dire du bief de partage.

Les sous-stations autres que celles de l'étang de la Vallée seront établies à l'aval des écluses, tantôt à droite du canal, tantôt à gauche, suivant les indications du plan général du versant et du plan des abords de l'usine.

Les puisards d'aspiration et de refoulement seront mis en communication avec les biefs respectifs par des buses en ciment exécutées par l'administration et ayant comme diamètre 0,8 m pour les débits supérieurs à 500 litres par seconde et de 0,7 m pour les autres débits.

Quant à la sous-station de l'étang de la Vallée elle puisera directement les eaux à l'origine de la rigole mettant en communication l'étang pour ne pas créer de déversement de l'étang ni de point faible dans le massif de terre.

La quantité d'eau normale à élever à chaque sous-station sera extrêmement variable entre chacune d'elles. A l'écluse de Combreux elle sera 700 litres par seconde à élever de la Loire au canal à une hauteur variant de 2 m à 5,40 m. A l'écluse de Combleux la plus élevée de l'ensemble on ne lui demandera que 430 litres par seconde à élever à une hauteur moyenne de 2,59 m.

Le constructeur nommé adjudicataire aura la charge de la fourniture, du transport et de la mise en place de tout le matériel mécanique et électrique de vérification, outillage nécessaire aux réparations, etc.

### ÉTRANGER

**Madrid.** — *Installations électriques.* — L'attaché commercial à l'ambassade anglaise de Madrid (M. S.-P. Cockerell) rapporte que, selon les comptes rendus du gouvernement, il y avait en Espagne, en 1901, seulement 861 stations électriques, sur lesquelles 651 étaient réservées à l'éclairage public et 210 à l'éclairage privé. Depuis ce temps, le nombre des stations centrales pour l'éclairage électrique s'est accru considérablement, et l'usage de l'électricité est devenu plus général pour la transmission et la distribution de l'énergie, pour les industries électro chimiques, les hauts fournaux, etc., mais il y a encore un vaste champ d'applications; aussi l'approvisionnement de force motrice que fournit la contrée est loin d'être épuisé.

En somme, pendant que quelques régions de l'Espagne semblent être excessivement développées, il y en d'autres qui sont complètement abandonnées. Ceci est dû à ce fait que les capitalistes espagnols sont défiants pour toute nouvelle affaire et, par conséquent, peu disposés à engager leurs capitaux dans de telles entreprises.

Ils trouvent généralement qu'il est plus convenable et moins ennuyeux de placer leurs capitaux en rentes sur l'État qui rapportent un intérêt sûr. Les capitalistes étrangers, cependant, ont estimé que l'électricité pouvait être appliquée en Espagne avec un grand avantage.

Des financiers belges, allemands et français ont été de cet avis et se trouvent être intéressés dans presque toutes les grandes affaires électriques en Espagne, tandis qu'il paraît que les capitaux anglais sont à peine engagés dans quelques entreprises.

L'Espagne est un pays dont la production est bien au-dessous de sa consommation, et comme la force motrice peut y être obtenue à bon marché, de nombreuses industries pourraient être établies, créant ainsi de bons placements pour toutes sortes d'entreprises.

Beaucoup de villes d'Espagne de quelque importance, dit M. Cockerell, ont un bon service pour l'éclairage public et l'éclairage particulier, mais les affaires, de ce côté, ne sont pas encore épuisées; en outre, certaines de ces installations existantes sont défectueuses et pourraient être facilement améliorées.

Enfin, il y a un nombre considérable de villes, dont quelques-unes sont importantes, qui ne sont pas encore pourvues de l'éclairage électrique.

Il y a, dans les diverses provinces de l'Espagne, plus de 400 villes et villages de plus de 4000 habitants où il n'y a aucune station électrique. Les capitalistes étrangers pourraient, dit M. Cockerell, étudier soigneusement l'opportunité d'installer la lumière électrique dans les grandes villes, et même dans les petites.

Comme exemple des villes et villages qui ne sont pas encore éclairés à l'électricité, M. Cockerell montre que la région nord-ouest de l'Espagne (Galicie) est presque dépourvue d'applications de l'électricité. La Galicie est formée des provinces de Corunna, Lugo, Orense et Pontevedra. Elles sont très riches en minéraux, eaux minérales et en bétail; le pays est très fertile et a l'avantage d'être près du bord de la mer, avec plusieurs bons ports qui ont un trafic régulier avec le Royaume-Uni et l'Amérique du Sud (Vigo, Villagarcia, Corunna, etc.). Encore ces ressources et ces avantages naturels ont été ignorés jusqu'à présent, ce qui est dû à leur absence de communication, dont le résultat a été une émigration alarmante de cette région, surpassant grandement en population les autres régions de l'Espagne. Ceci, ajoute M. Cockerell, est spécialement regrettable, survenant ainsi dans une région d'une opulence peut être inférieure à aucune autre dans le royaume, dont les habitants sont industrieux et d'une intelligence plus vive que dans le sud de l'Espagne.

Une soigneuse investigation dans les conditions du pays révélerait beaucoup de promesses à l'avantage des capitalistes et industriels et aussi du pays.

Digitized by Google

UNIV. OF CALIFORNIA



# LA TRACTION ÉLECTRIQUE SUR LES CHEMINS DE FER EN AMÉRIQUE

## PROGRÈS DU SYSTÈME A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

*Considérations générales.* — On se souvient, sans aucun doute, de l'échange de vues qui se fit, en septembre 1904 — alors que l'on commençait à mettre à l'épreuve la locomotion électrique sur quelques sections terminales encombrées — au Congrès international des Électriciens tenu à Saint-Louis, à propos de l'adoption de l'électricité sur les grandes lignes de chemin de fer.

L'opinion émise, en cette occurrence, par M. J.-B. Arnold peut être considérée comme l'expression du sentiment général des électriciens américains à cette époque.

« Que l'électrification soit opérée un jour, avait-il dit, je n'en doute pas, mais je ne pense point que ce sera toujours dans un but *économique* ni par le désir des compagnies exploitantes qu'elle sera réalisée. On commencera par les parties terminales, et ce sera, soit dans le but d'activer le service, soit pour répondre aux sollicitations d'un public sans cesse plus exigeant. Des lignes électriques secondaires seront construites d'abord, que les compagnies de traction à vapeur, pour se mettre à l'abri d'une concurrence dangereuse, seront forcées d'acquérir. Peu à peu, ces compagnies s'intéresseront ainsi à l'emploi des nouvelles méthodes. Le public, reconnaissant les avantages de la traction électrique, demandera l'application de l'électricité sur les sections interurbaines. Quelques compagnies principales se verront obligées de procéder à des modifications; les autres, reliant les mêmes localités, devront bien les suivre. Peut-être songera-t-on à maintenir la vapeur pour le service des marchandises ; mais les exigences de la clientèle, qui déjà voudrait un service de transport mieux organisé, amèneront une électrification plus complète et l'emploi de trains légers et rapides. On verra bientôt que ce service est indispensable; il assurera, d'ailleurs, de sérieux bénéfices aux compagnies. De ce moment, la modernisation des chemins de fer sera un fait accompli ».

Peu de temps après, l'examen de la question dont il s'agit fut repris par les délégués des principales administrations et compagnies du monde au Congrès international des chemins de fer tenu à Washington. D'après un rapport présenté à ce congrès par M. Young, l'électricité était à ce moment employée aux États-Unis par les compagnies de chemin de fer suivantes :

Baltimore and Ohio Railroad C°;
Boston and Maine Railroad;
Chicago, Burlington and Quincy Railroad;
Hocking Valley Railroad;
Long Island Railroad;
New-York, New-Haven and Hartford Railroad;
North Shore Railroad;
Pensylvania Railroad.

Le New-York Central s'occupait de l'électrification des terminus de New-York.

Toutes ces sociétés faisaient usage du courant continu; il n'y avait qu'un seul exemple de l'emploi des courants alternatifs, sur le New-York, New-Haven and Hartford Railroad; encore n'était-ce que pour la distribution aux sous-stations que cette forme de courant était utilisée.

Les choses se sont notablement modifiées depuis, et la prédiction de M. B.-J. Arnold, que l'on avait pu considérer comme optimiste, a commencé de se réaliser plus rapidement encore que ne l'espérait, probablement, cet ingénieur lui-même.

A l'heure présente, le système à courant alternatif simple est effectivement adopté ou à l'essai sur un très grand nombre de sections; la Société Westinghouse a obtenu la commande d'équipements très importants pour le New-York, New-Haven and Hartford Railroad, la Spokane and Inland Railway C°, le Chicago, Lake Shore and South Bend Railway, l'Erie Railroad, le Grand Trunk Railway (Sarnia Tunnel), le Pittsburg and Butler Street Railway, l'Indianapolis and Cincinati Traction C°, la Vallejo Benicia and Napa Valley Traction C°, le Philadelphia Castville and Lancaster Passenger Railway, l'Atlanta Northern Railway, le Fort Wayne and Springfield Railway, le Warren and Jamestown Street Railway, le Windsor, Essex and Lakeshore Railway, le Keeling and Ridge Railway, le Westmoreland County Railway, le Long Island Railway, le Sheboygan Elkart Lake Railway et le Visalia Electric Railway.

D'autre part, la General Electric C° a équipé, en courant alternatif simple également, les lignes Bloomington-Pontiac-Joliet; Shenectady-Ballston et Baltimore-Washington.

Toutes les compagnies ont déployé une activité extraordinaire; pour n'en citer qu'un témoignage typique, nous rappellerons que, d'après le Président Peters, du Long Island Railroad, le capital engagé dans les modifications décidées à fin décembre 1906 par le chemin de fer en question, ne se chiffrait pas à moins de 500 millions de francs.

Le zèle ne s'est, nulle part, un instant refroidi; au retour d'une mission officielle en Amérique, un représentant des chemins de fer de l'État Prussien vient de rendre hommage aux compagnies américaines pour leur hardiesse et leur persévérance et, en même temps, de constater combien est en progrès, aux États-Unis, le système à courant alternatif simple.

Il paraît donc intéressant, d'autant que d'importantes applications sont en voie d'exécution en Europe, d'examiner de quelle façon les choses sont comprises par les électriciens et spécialistes de la grande république américaine; le problème a fait l'objet, dans ce pays, pendant l'année écoulée, de nombreuses et importantes conférences, qu'il est instructif de résumer.



Digitized by Google

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY



D'une façon générale, les qualités attribuées à la méthode électrique sont celles que l'on a reconnues dès l'origine; on les a accentuées, par le perfectionnement de l'outillage, mais sans pouvoir en faire naître de nouvelles.

Rendement généralement bas des moteurs, limitation de la capacité des chaudières et partant de la locomotive, inaptitude à maintenir de grandes vitesses moyennes, mouvements pernicieux de galop, de roulis et de lacet, difficultés des démarrages, entretien dispendieux, tels sont les inconvénients de la traction à vapeur que les électriciens prétendent supprimer.

Les frais d'entretien des machines motrices électriques sont beaucoup moindres que ceux des locomotives à vapeur; pour un tracteur de 1500 poncelets, les dépenses s'élèvent, en ce qui concerne la vapeur, d'après M. Murray, de New-Haven, à 21,5 centimes par locomotive-km pour les trains de voyageurs, et à 18 pour les trains de marchandises; d'après M. Armstrong, de la General Electric Cº, elles atteindraient même, en moyenne, 25,75 sur la plupart des lignes.

Or il a été établi que sur son parcours d'épreuve de 165 000 km, la locomotive de 1650 poncelets fournie au New-York Central par la General Electric Cº, n'a donné lieu qu'à une dépense moyenne (usure des freins, des bandages, des moteurs, etc.) de 1,5 cent par mille, soit 5 centimes environ par km. Cependant, l'expérience avait été faite dans des conditions très rigoureuses; la locomotive avait effectivement à remorquer des trains de 200-400 tonnes, à grande vitesse, sur une voie de 9-10 km de longueur, ce qui implique des freinages particulièrement rapides, fréquents et préjudiciables.

Mais en ce qui concerne l'électrification des lignes de chemins de fer à fort trafic, l'avantage essentiel de l'électricité réside dans la possibilité d'accroître, par son emploi, la capacité des lignes en augmentant la vitesse moyenne, en rendant les arrêts plus nombreux, les démarrages plus aisés et plus rapides, en multipliant les départs. C'est là une qualité exceptionnellement précieuse et qui appartient particulièrement aux systèmes où le contrôle est fait par unités multiples, c'est-à-dire où l'on peut former des convois à plusieurs locomotives ou automotrices commandées toutes de la cabine de tête.

Il en est d'autres, d'ailleurs, mais dont l'importance relative est encore mal définie et qui résultent de la réduction des frais d'entretien des rails et du matériel roulant et de la plus complète utilisation des véhicules, moins fréquemment et moins longuement immobilisés dans les ateliers, pour la visite, pour les réparations, etc.

Comme les stations et sections terminales et les tunnels sont généralement les parties où l'encombrement se produit, c'est tout d'abord sur ces sections que l'on est amené à recourir à l'électricité.

Un second motif essentiel pour employer cet agent, est, ainsi que l'a longuement exposé M. Lamme, la nécessité de supprimer les fumées dans les tunnels, et à l'intérieur et dans le voisinage des grandes villes; nous savons que cette nécessité est suffisamment importante pour faire adopter l'exploitation électrique dès l'origine, sur des lignes nouvelles ou même encore incomplètement utilisées.

Améliorer le rendement des voies a été le but visé dans l'électrification du chemin de fer aérien de Chicago, de celui de Manhattan Island et du chemin de fer de Mersey.

C'est pour la même raison et, surtout, ensuite des prescriptions de police que l'on a dû réaliser la transformation des lignes entrant à New-York.

Mais, même là où l'on n'avait pas envisagé une économie d'exploitation, cette économie a été constatée, la modernisation accomplie.

A la station principale du New-York Central, les convois électriques à unités multiples ont augmenté la capacité de 33 pour 100 en moyenne, suivant M. Wilgus, vice-président de ce chemin de fer.

M. Wilgus est d'avis que la locomotive électrique peut faire 25 pour 100 en plus de besogne, et que, dans le service ordinaire des voyageurs, elle procure une économie de 16 pour 100 en poids.

Des chiffres indiqués par M. Murray, pour le New-York, New Haven and Hartford Railroad sont non moins frappants; ils ont montré, entre autres, que, pour un service d'environ 5 milliards de tonnes-km par an, un bénéfice de 1 855 000 fr approximativement est assuré.

Un troisième cas d'électrification a été examiné, dans une des dernières séances de la Société américaine des ingénieurs, par M. Armstrong, qui a insisté particulièrement sur l'avantage que présente l'adoption de la locomotive électrique sur les lignes de montagnes.

En Amérique, ces lignes sont généralement à simple voie et exploitées à l'aide de locomotives à vapeur de type simplifié. Les machines dont il s'agit ne donnent

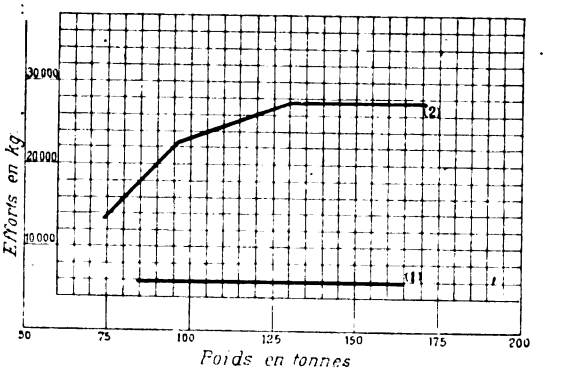



Fig. 1. — Courbes d'essais.

1, Locomotive à vapeur de 24 tonnes. — 2, Locomotive électrique de 27 tonnes.

qu'un effort de traction relativement restreint: la vitesse, limitée par la capacité de la chaudière, dépend de l'habileté du chauffeur et de la qualité du combustible; elle est généralement très différente pour les diverses valeurs de l'effort de traction; au contraire, avec la locomotive

Digitized by Google

électrique, à courant continu surtout, elle ne varie que faiblement pour des efforts de traction même fortement dissemblables.

M. Armstrong a établi une comparaison intéressante entre un engin du genre considéré et une locomotive électrique à courant continu de capacité correspondante.

Il a trouvé, pour ces deux machines, les rapports de dépenses suivants se rapportant à deux machines de même poids effectuant un même parcours.

*Locomotive à vapeur.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rampes en centièmes. . . | 0,5 | 1.0 | 1,5 | 2.0 |
| Charbon . . . . . | 0,75 | 1.275 | 1.90 | 2.65 |
| Salaire . . . . . | 0.675 | 1.20 | 1,80 | 2,50 |
| Amortissement . . . . . | 0,525 | 0,895 | 1,50 | 1,80 |
| Totaux . . . . . | 1,950 | 3,570 | 5,00 | 6,95 |

*Locomotive électrique.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rampes, en centièmes . . | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Puissance . . . . . | 1,0 | 1,775 | 2,525 | 3,30 |
| Salaire . . . . . | 0,56 | 0,61 | 0,90 | 1,20 |
| Amortissement . . . . . | 0,18 | 0,31 | 0,45 | 0,60 |
| Totaux . . . . . | 1,54 | 2,695 | 3,875 | 5,10 |

M. Armstrong estime, en conclusion, que c'est par les parcours de montagne que l'on devrait commencer l'électrification; celle-ci aurait là d'autant plus de supériorité que le trafic se développe de plus en plus et que des extensions de service sont généralement urgentes.

Il considère comme étant actuellement la propriété la plus remarquable de la locomotive électrique sa grande production de puissance et sa facilité de donner un effort de traction maximum avec de grandes vitesses; il estime que, par suite des arrêts forcés dans les gares et aux signaux, les locomotives à vapeur occasionnent, pour le maintien des chaudières sous pression, une perte de 180 kg de charbon par heure.

L'accord est, au surplus, à peu près unanime pour ces différents points. Le sentiment de M. Wilgus est que, pour les lignes de montagne, la locomotive électrique est, approximativement, de 150 pour 100 supérieure à la locomotive à vapeur. Tout en faisant remarquer que l'adoption de chargeurs mécaniques pourrait améliorer le service avec ces dernières machines, M. A. W. Gibbs pense que le locomoteur électrique est le mieux apte à donner, sans occasionner de préjudice aux voies, les grands efforts de traction et les grandes vitesses qui seuls permettront d'unifier les rapidités de marche pour les différentes catégories des convois. M N. W. Storer rapporte qu'il lui est arrivé d'être bloqué par les neiges et le froid dans un train du Northern Pacific parce que la température était tellement basse que la chaudière de la locomotive ne fonctionnait qu'à grand'peine; avec des moteurs électriques, c'eût été là, au contraire, une circonstance favorable. Enfin, de l'opinion de M. Scott, lequel donne l'exemple d'une locomotive de l'Indianapolis, qui fait journellement un parcours de 1000 km, toutes les limites de capacité de la machine à vapeur sont dépassées, dès à présent, par les locomotives électriques.

Ces qualités, signalées autrefois par M. Ward Léonard et reconnues d'ailleurs, mais que l'on ne saurait assez répéter, avaient été soulignées déjà dans des termes originaux, par M. Townley, du New-Haven Railroad, au cours de la discussion d'une conférence de M. Lamme, de la Westinghouse Electric and Manufacturing C°, au Railroad Clud de New-York.

« L'électricité, dit cet ingénieur, n'est qu'un agent de transmission et la locomotive électrique une machine motrice dont on a enlevé la chaudière pour la placer à distance avec d'autres appareils semblables; c'est-à-dire qu'au lieu d'avoir sa puissance limitée par la quantité de charbon que le chauffeur peut charger dans le foyer dans un certain minimum de temps, ou par la quantité de vapeur que la chaudière est à même de produire on dispose, à tout moment, sur chaque essieu-moteur, de la puissance totale engendrée par l'usine. En d'autres termes, la locomotive électrique est capable de donner, pendant des périodes prolongées, un effort de traction bien supérieur à la puissance normale, de telle sorte que l'on n'est plus obligé de restreindre le poids ou la longueur des convois, que l'on n'a plus à s'inquiéter de la question de charge et de base, etc. »

*Choix du système à adopter.* — Ces considérations générales énoncées, voyons quel système de traction électrique doit, éventuellement, être préféré.

Deux méthodes principales se trouvent actuellement en présence : la traction par courant continu et la traction par courant alternatif simple, sans conversion.

Les procédés mixtes de Ward-Léonard, Heyland, Auvert, etc., et le système triphasé ne sont pas envisagés dans le nouveau continent; au système triphasé, qui a fait en Europe l'objet des intéressantes expériences que l'on sait, on adresse le sérieux reproche de demander l'emploi de deux lignes aériennes; on estime que les courants polyphasés ne seraient avantageux que s'ils permettaient d'atteindre des tensions très élevées; or la proximité des fils et des dispositifs de prise rend l'équipement très difficile. La tension de 3000 volts employée sur la Valteline ne paraît pas pouvoir être dépassée dans la pratique courante; entre Berlin et Zossen, la maison Siemens-Halske est bien allée jusqu'à 12000 volts, mais il n'y avait sur la ligne aucun aiguillage.

Avec le continu, des tensions de 1500-2000 volts sur le fil de ligne sont certainement possibles; M. Thury a réalisé des machines fonctionnant à 3000 volts; cette tension est souvent atteinte aux États-Unis; mais il convient de ne pas perdre de vue que les engins où on en fait usage sont des appareils à intensité constante, tandis que, pour la traction, il faut qu'ils soient à tension constante, ce qui complique singulièrement la construction; ces engins devraient pouvoir marcher avec un pôle à la terre; le bâti devrait être isolé soigneusement; les perturbations pourraient être très graves.

D'autre part, les commutatrices et les moteurs-générateurs s'accommodent mal de ces tensions élevées; les effets

Digitized by Google

des courts-circuits s'accentuent et donnent lieu à des dérangements susceptibles de se répercuter sur les machines voisines de celle en défaut; ils seraient d'autant plus désastreux que leur renouvellement serait fréquent.

D'ailleurs, fût-elle même rendue pratique, la tension sus-indiquée de 2000 volts, par exemple, n'augmenterait encore que bien faiblement la limite de distance susceptible d'être couverte économiquement par la distribution en courant continu.

L'alimentation directe des voitures en courant alternatif offre, par contre, un grand attrait en ce qui touche l'utilisation des hautes tensions. Grâce à son emploi, la transformation dans les sous-stations, double ou triple avec le continu, est simple et effectuée au moyen d'appareils statiques dont le rendement atteint aisément une valeur très élevée.

L'alternatif présente d'ailleurs encore cet autre avantage de permettre le retour à la prise de courant par fil aérien.

Les reproches que l'on peut émettre à charge du fil aérien, compensés par la réduction du prix de la construction, sont moindres que ceux relatifs au troisième rail.

Les dangers pour le personnel, les voyageurs ou les personnes étrangères, dans les rues, sur les ponts suspendus, dans les tunnels, etc., sont aisément réduits avec les procédés de construction actuellement employés.

La difficulté d'augmenter le nombre de voies d'une ligne équipée peut être grand, il est vrai; M. Wilgus a cité notamment le cas de la ligne du West-Shore Railroad, où l'emploi du troisième rail garantissait une économie de deux millions sur les dépenses d'une extension prévue; cet inconvénient est, toutefois, semble-t-il, racheté par ce fait que, grâce au prix moindre des équipements, on peut, généralement, avec plus de liberté, calculer les installations dans un large esprit de prévoyance.

De son côté, le troisième rail rend l'entretien des voies coûteux et difficile; il n'est pas lui-même sans danger; il complique beaucoup les aiguillages; il n'est pas absolument sûr dans son service en temps de neige ou de verglas (au sujet de ce dernier point, on doit remarquer, toutefois, que le mode de protection employé par le New-York Central s'est montré d'une efficacité parfaite).

Les corrosions électrolytiques sont notablement moindres avec l'alternatif qu'avec le continu.

S'il est bon de dédoubler les usines et les lignes pour avoir toute sécurité quant à la continuité du service, cette précaution est également désirable avec l'un et l'autre système.

On pose presque toujours les lignes d'alimentation sur les mêmes supports que les fils de prise; selon d'aucuns, cette méthode n'est pas admissible; les feeders devraient être placés sur des poteaux spéciaux; le sectionnement du fil de trolley, qui facilite la localisation des défauts et limite les accidents à une partie aussi restreinte que possible, est une précaution nécessaire, mais non suffisante.

Quant à l'influence exercée sur les communications télégraphiques et téléphoniques, on ne saurait en contester la gravité; les ingénieurs du New-York, New-Haven and Hartford Railroad ont pu s'en convaincre.

Quoi qu'il en soit de ces griefs, aucun d'eux n'est considéré comme étant prohibitif ni de la traction électrique en général, ni de l'un ou l'autre système en particulier, et c'est donc d'autres considérations que celles relatives à la technique de la transmission, que l'on doit tenir compte dans le choix de la méthode.

La plupart des opinions sont aujourd'hui à l'alternatif simple. MM. Stilwell et Putnam, ingénieurs-conseils à New-York; M. Potter, de la General Electric C°; MM. Lamme, Storer et Mc Clellan, de la Compagnie Westinghouse; M. Scott, ingénieur-conseil de cette même Compagnie, s'en sont fait les champions; M. Wilgus a reconnu divers des avantages revendiqués en sa faveur; il a fait ressortir que ce qui a décidé de l'option de sa Compagnie pour le continu, c'est, uniquement, l'interdiction d'avoir à New-York des lignes aériennes.

M. Sprague, de la General Electric C°, et le professeur Steinmetz restent presque seuls défenseurs du courant continu.

Pour M. Sprague, « l'avenir du système à courant alternatif est exclusivement dans les lignes de grande étendue, n'ayant qu'un trafic irrégulier et peu dense, et où il suffirait d'une ligne de trolley de qualité secondaire, réduisant les frais d'installation des centrales et stations de transformation et compensant le surplus des frais d'équipement.

« Si l'on s'écarte de ces lignes, si l'on envisage la traction sur les chemins de fer à plus fort trafic, la supériorité du système alternatif disparaît, et celle du système à courant continu, avec les perfectionnements que l'on a en vue, se prononce de plus en plus. »

Nous avons pris tout spécialement note de la conférence de M. Sprague; celui-ci avait effectivement annoncé sa démonstration depuis plusieurs mois; il était donc permis de supposer qu'elle contiendrait des éléments d'appréciation probants; elle ne paraît pas, cependant, avoir suffi à retourner les esprits, ainsi que l'auteur semblait l'annoncer. En voici la substance :

« La question de la puissance disponible est le point le plus important à considérer dans la question de l'électrification; elle doit être mise avant la question d'économie mesurée par le coût de l'énergie électrique. Il n'y a point de ligne qui ait été électrifiée pour une autre raison; aucune compagnie ne songerait à sacrifier la capacité de son système à l'économie du service.

« Dans l'ensemble, le problème de l'électrification est donc plus économique que technique; le succès de l'opération dépend de l'intensité de la circulation.

« Dans l'examen comparatif des différents systèmes, la première chose à considérer est le moteur; le conducteur d'alimentation et tout ce qui s'y rapporte, transmission et reproduction, lui sont subordonnés.

« Il ne suffit pas, quoique ce soit là une considération

Digitized by Google

essentielle, que la source puisse être faite de telle capacité que l'on veut, il faut encore que le moteur, outre qu'il supprime les actions alternatives, ait une capacité constante et supérieure à celle du moteur à vapeur. Cette capacité est naturellement obtenue, une fois la limite atteinte, par la combinaison de plusieurs unités, moteurs ou locomotives.

« Quatre types de moteurs peuvent être employés : le moteur polyphasé, le moteur à courant alternatif simple sans commutateur, le moteur à courant alternatif simple à collecteur et le moteur à courant continu ; le premier et le quatrième ont un couple uniforme ; le second et le troisième, un couple variable et intermittent ; d'ailleurs, l'alternomoteur implique l'emploi d'un transformateur, d'où résulte une réduction de la puissance disponible.

« L'objet principal auquel on vise en employant de hautes tensions est de réduire le prix des feeders, de permettre l'espacement des stations, de réduire la capacité totale de l'usine génératrice, et, dans le système à courant alternatif simple, de supprimer les appareils rotatifs dans les sous-stations.

« Le succès du courant alternatif dépendra principalement de la puissance des locomotives et voitures. A la fréquence de 25, la seule employée jusqu'ici (en Amérique), l'alternomoteur est inférieur au moteur à courant continu ; la diminution de la fréquence accroîtrait la capacité pour un poids donné, assurerait une plus grande liberté dans la construction, augmenterait la capacité du fil d'alimentation et le facteur de puissance de la ligne et du moteur ; mais elle entraînerait l'emploi d'un transformateur plus lourd, ce qui ferait perdre une partie du gain réalisé sur les moteurs. Il semble donc que le poids des appareils d'une voiture à courant alternatif simple pour une capacité donnée est la même dans une limite assez étendue de fréquence ; d'ailleurs, contre l'emploi des basses fréquences, il y a des objections au point de vue des turbines et des générateurs.

« Son moteur actuel ne pouvant être amélioré, il est certain que le système à courant alternatif simple est tout à fait inférieur au continu pour les services denses demandant des vitesses plus grandes et une amélioration de la capacité. »

A l'appui de sa conférence, M. Sprague produisit des diagrammes montrant les vitesses, capacité et coefficients comparatifs de poids de deux moteurs, de force égal, l'un à courant continu, l'autre à courant alternatif.

M. Storer, toutefois, constata, au sujet de ces exemples, que le moteur continu considéré était un moteur de choix, alors que l'alternomoteur était quelconque ; pour une puissance de 55 kw, M. Sprague trouvait un poids, en continu, de 1580 kg, et en alternatif, de 1900 kg ; seulement, le dernier moteur, à la fréquence 15, aurait en réalité possédé une puissance de 70 kw ; la Compagnie Westinghouse construit des équipements à quatre moteurs, pour courant continu, de 66 kw, pesant 9 tonnes ; pour courant alternatif, à 15 périodes ; l'équipement correspondant, avec transformateur à huile pour 11 000 volts, a un poids de 12,5 tonnes ; dans ces conditions, la consommation de puissance au trolley serait la même pour les deux machines, mais elle serait, à l'usine, moindre pour l'alternatif, qui l'emporte donc au point de vue de la puissance et de l'économie.

Si bon qu'il soit, si remarquable que soit sa propriété d'être auto-régulateur de puissance, le moteur-série à courant continu est-il réellement idéal et peut-on dire, *a priori*, parce que le moteur à courant alternatif en diffère dans ses caractéristiques, qu'il lui est inférieur ? Le réglage de la vitesse est, notamment, bien plus aisé et plus économique pour l'alternomoteur que pour l'autre, qui occasionne des pertes dans les rhéostats.

On a construit des moteurs à courant continu à pôles de commutation fonctionnant parfaitement bien sous 1200 volts. Mais tous ceux qui ont expérimenté des équi-

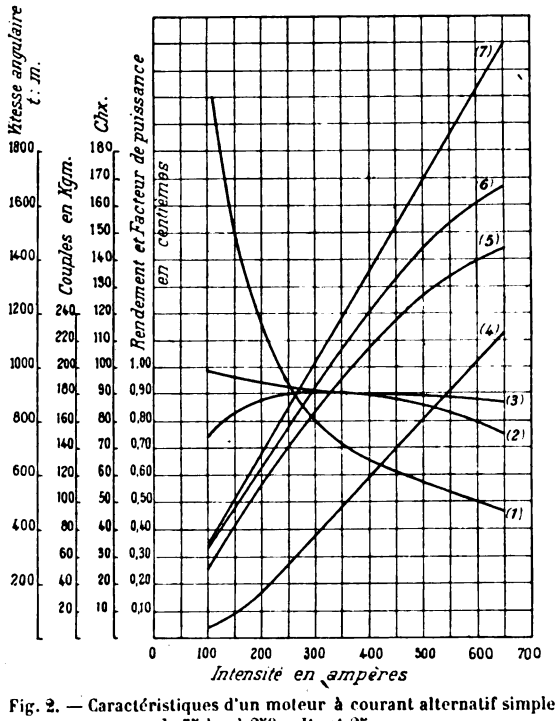



Fig. 2. — Caractéristiques d'un moteur à courant alternatif simple de 75 kw à 250 volts et 25 p : s.

pements à moteurs alternatifs en ont également constaté l'excellent démarrage et la commutation irréprochable.

Quoi qu'en ait dit M. Sprague, les partisans de l'alternatif simple inclinent généralement à abaisser la fréquence.

La fréquence 15, qui est utilisée en Europe par la Société Oerlikon et par la Société Ganz, permet une induction plus forte, des entrefers plus grands, un potentiel d'armature plus élevé, une vitesse d'induit réduite, soit, en résumé, conformément à ce qui a été dit plus haut, de tirer du même moteur une puissance de 30 pour 100 plus grande ; on peut donc espérer pouvoir monter, pour un emplacement disponible donné entre les essieux, des moteurs fournissant une puissance totale approchant de celle des machines à courant continu.

M. Stillwell estime que le moteur continu à 1200 volts

Digitized by Google

est inférieur aux moteurs alternatifs actuels; tout au moins, peut-on, d'après M. Potter, construire un alterno-moteur comparable au meilleur moteur-série à courant continu; pour une même puissance, dans les conditions présentes, les poids sont respectivement de 100, 125 et 110-115 pour le courant continu, le courant alternatif à 25 p : s, et le courant alternatif à la fréquence 15 p : s.

Si cette dernière fréquence n'a pas été employée, c'est qu'elle eût imposé de créer des types nouveaux, la vitesse de marche des turbo-générateurs devant être réduite pour permettre son utilisation économique.

Une objection que l'on peut faire à l'emploi des basses fréquences est que celles-ci nuisent au fonctionnement des lampes; toutefois, avec des ampoules à gros filament, alimentées sous faible tension (procédé employé par la Société Oerlikon), cet inconvénient disparaît.

D'autre part, selon MM. Stillwell et Putnam, l'adoption de la fréquence 15 ferait réaliser une économie importante dans les frais de première installation.

Ces auteurs ont calculé que pour remplacer les locomotives à vapeur en service aux États-Unis, il faudrait 24000 machines électriques; à la fréquence 25, le prix moyen par machine serait de 125 000 fr, soit une dépense totale, pour les locomotives, de 3 milliards; en prenant la fréquence 15, on économiserait 5000 fr au moins par machine, ce qui donnerait une réduction globale de 120 millions, représentant plus du double de la dépense supplémentaire dans la construction des usines génératrices; encore n'est-il pas tenu compte, dans cette estimation, de l'économie qui serait réalisée également dans les canalisations, câbles, feeders, fils de trolleys, etc. Dans ces conditions, le renouvellement des types ne serait plus qu'une question accessoire.

Évidemment, ce raisonnement n'est pas irréprochable. Il ne tient pas compte de ce que beaucoup de centrales existent, qui produisent, en même temps que du courant pour la traction, de l'électricité pour les applications ordinaires.

Il n'en montre pas moins dans quelle direction vont désormais s'orienter les efforts, et c'est à ce titre que nous avons cru bien faire de l'indiquer.

Dans un ordre d'idées plus rapproché de la réalité, les mêmes techniciens ont évalué que si tous les chemins de fer des États-Unis étaient exploités électriquement, par le courant alternatif simple à la tension choisie (11 000 volts) par le New-York, New-Haven and Hartford Railroad, le coût annuel total de l'exploitation, qui s'est élevé, pour 1905, à 8 milliards de francs, serait réduit à 1 milliard 250 millions de fr, en admettant que l'électricité fût produite par des centrales telles qu'il en existe aujourd'hui, avec un matériel de qualité égale à celle de l'outillage actuellement réalisable.

*Conclusions.* — De ce qui précède, il résulterait que :

1° Il y a un avantage économique immédiat à électrifier les lignes de montagne;

2° L'électrification des sections terminales ou en tunnel augmente le rendement de ces sections et est donc à recommander pour les parties encombrées;

3° Les compagnies, que la concurrence ou les prescriptions de police forcent à électrifier tout ou partie de leurs lignes, recueillent de cette modernisation des avantages divers;

4° Chaque fois que l'usage d'un fil aérien à haute tension n'est pas interdit, il paraît convenir d'employer le système à courant alternatif simple, qui est plus économique et qui permettra seul de réaliser, dans l'avenir, la complète électrification des réseaux;

5° On pourra, pour améliorer encore les caractéristiques de ce système, abaisser la fréquence, au besoin jusqu'à 15 p : s.

HENRY.

---

INFLUENCE DES VARIATIONS DE TENSION

SUR LES

## LAMPES A INCANDESCENCE

M. Hirschauer, ingénieur à Munich, donne dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 30 janvier, les renseignements suivants :

Dans les lampes à incandescence, l'intensité lumineuse $b$, est donnée en fonction de la tension aux bornes par la relation $b = C \cdot u^n$, dans laquelle $b$ est l'intensité lumineuse en bougies Hefner, $u$ la tension en volts, $C$ une constante pour une lampe donnée, et $n$, une autre constante, dépendant du genre de lampe.

Les valeurs des deux constantes ont été déterminées expérimentalement pour diverses lampes. A cet effet, on a photométré 12 lampes à des tensions variables : 2 lampes Nernst, 2 lampes à filament de charbon, 2 lampes au tantale, 2 lampes à osmium, 2 lampes osram et 2 lampes Wolfram. Les lampes étaient suspendues et l'intensité lumineuse a été mesurée normalement à l'axe de la lampe; les lampes Nernst seules ont été photométrées dans la direction de l'axe. Chacune des lampes restait dans la même position pendant toute la durée des mesures. La tension était élevée par à-coups. Comme les résultats des essais pour chacune des deux lampes du même type étaient très concordants, on n'a donné dans les courbes que ceux d'une seule lampe; on y a ajouté la résistance du corps incandescent, dont dépend la valeur de $n$.

Au moyen de ces courbes, on a obtenu les formules suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Pour la lampe à filament de charbon. | | $b = (5{,}7 \times 10^{-12}) e^{6{,}5}$. |
| — | Nernst. | $b = (7{,}1 \times 10^{-20}) e^{10}$. |
| — | à tantale. | $b = (2{,}8 \times 10^{-8}) e^{4{,}5}$. |
| — | à osmium. | $b = (7{,}5 \times 10^{-6}) e^{3{,}2}$. |
| — | osram. | $b = (5{,}4 \times 10^{-7}) e^{3{,}9}$. |
| — | Just-Wolfram. | $b = (2{,}54 \times 10^{-7}) e^{4{,}9}$. |

Digitized by Google

Les courbes tracées en utilisant ces relations se confondent presque complètement avec celles relevées.

Tandis qu'il y a peu d'intérêt à déterminer la valeur de $C$, l'exposant $n$ est très important à connaître, car il permet de déterminer la manière dont se comporte un type de lampe dans le cas de variations de tension.

Naturellement, dans le cas de lampes à filament métallique, les exposants sont plus petits que pour les lampes à filament de carbone, car leur résistance croit avec la tension.

M. Hirschauer étudie ensuite la variation de l'intensité lumineuse quand la tension varie de $\frac{P}{2}$ pour 100 en plus ou en moins, c'est-à-dire en tout de $P$ pour 100; on a, si $b_1$ et $b_2$ sont respectivement les intensités lumineuses :

$$b_2 = C\left(u + \frac{\frac{P}{2}}{100} \cdot u\right)^n = C\left[\left(1 + \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)u\right]^n$$

$$b_1 = C\left(u + \frac{\frac{P}{2}}{100} \cdot u\right)^n = C\left[\left(1 - \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)u\right]^n$$

De sorte que pour cette variation de tension, la variation absolue de l'intensité lumineuse est :

$$b_2 - b_1 = C \cdot u^n\left[\left(1 + \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n - \left(1 - \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n\right]$$

en développant les termes entre parenthèses, en série, on a :

$$\left(1 + \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n - \left(1 - \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n = 2n\,\frac{\frac{P}{2}}{100} + 2\,\frac{n}{3}\left(\frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^3 + + 2\,\frac{n}{5}\left(\frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^5 + \ldots$$

Comme cette série est très rapidement convergente, on peut négliger en pratique tous les termes, à l'exception du premier. On a par exemple pour $n = 7$ et $\frac{P}{2} = 2$

$$\left(1 + \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n - \left(1 - \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n = 0{,}28 + 0{,}00056 + + 0{,}000000672 + \ldots$$

et pour le cas extrême $n = 10$ et $\frac{P}{2} = 2$

$$\left(1 + \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n - \left(1 - \frac{\frac{P}{2}}{100}\right)^n = 0{,}40 + 0{,}00192 + + 0{,}00000162 + \ldots$$

, donc dans ce cas, le deuxième membre est moins de 1/2 pour 100 du premier.

On a donc pratiquement :

$$b_2 - b_1 = \frac{nP}{100} C \cdot u^n,$$

c'est-à-dire que les variations absolues de lumière sont données par une courbe exponentielle analogue à celle donnant l'intensité en fonction de la tension.

Les variations proportionnelles de l'intensité lumineuse sont importantes, car ce sont celles-ci qui sont perçues par l'œil, et celles-ci seulement peuvent servir à la comparaison de divers types de lampes entre eux. La variation en pour 100 est :

$$100\,\frac{b_2 - b_1}{b} = 100\,\frac{\frac{nP}{100} \cdot C \cdot u^n}{Cu^n} = nP.$$

Donc la variation de l'intensité lumineuse d'une lampe pour une variation donnée de tension, est une constante, et ne dépend que de la valeur de l'exposant $n$.

Si on applique la relation trouvée aux lampes essayées, par exemple, pour 2,5 pour 100 de variation en dessous et en dessus, c'est-à-dire 5 pour 100 en tout, $P = 0{,}05$, on trouve, pour la lampe :

| | |
|---|---|
| Nernst ($n = 10$) | $100\,\frac{b_2 - b_1}{b} = 0{,}50.$ |
| A filament de charbon ($n = 6{,}5$) | $= 0{,}315.$ |
| Tantale ($n = 4{,}5$) | $= 0{,}215.$ |
| A osmium ($n = 4{,}2$) | $= 0{,}210.$ |
| Osram ($n = 4{,}0$) | $= 0{,}200.$ |
| Just-Wolfram ($n = 4{,}0$) | $= 0{,}200.$ |

Si l'on porte les variations de l'intensité lumineuse en fonction des variations de la tension, on obtient pour chaque lampe une droite, dont l'inclinaison dépend de la valeur de l'exposant.

Cette manière d'opérer permet de comparer très facilement les diverses lampes au point de vue de l'influence des variations de tension.

Si l'on admet la variation de 12 pour 100 dans l'intensité lumineuse comme admissible, les droites permettent d'en déduire la variation de tension qui y correspond.

Pour les lampes essayées, les variations de tension sont :

| | |
|---|---|
| Lampe Nernst | 1,2 pour 100. |
| — au carbone | 1,9 — |
| — tantale | 2,8 — |
| — à osmium | 2,85 — |
| — osram | 3,0 — |
| — Just-Wolfram | 3,0 — |

On voit donc l'avantage des nouvelles lampes à filament métallique, avec lesquelles on peut avoir des variations de tension plus fortes, de sorte que les sections des conducteurs peuvent être moindres.

F. L.

Digitized by Google

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

DES

# INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

DE LA SUISSE

(SUITE [1])

Les installations électriques suisses utilisent deux systèmes de transport de l'énergie bien connus des électriciens : le système Thury à courant continu, à intensité constante, et le système à courants alternatifs à potentiel constant. Le premier est relativement peu employé en comparaison du second, qui comprend la presque totalité des transports.

Cependant le système Thury a un certain nombre de qualités propres qui peuvent le faire préférer au système alternatif dans certains cas particuliers. Pour ce motif, il paraît nécessaire de faire précéder l'étude proprement dite des installations électriques suisses d'une comparaison entre les systèmes de transport qui peuvent être employés.

Cette étude comprendra les parties suivantes :

Comparaison entre les divers systèmes de transport de l'énergie électrique ;

Organisation des stations centrales ;

Organisation des lignes de transport ;

Organisation des sous-stations ;

Généralités sur les réseaux de distribution et sur les appareils d'utilisation employés ainsi que sur la vente de l'énergie électrique.

I. COMPARAISON ENTRE LES DIVERS SYSTÈMES DE TRANSPORT. — La question des transports électriques à distance s'est posée lorsqu'on a cherché à exploiter l'énergie des chutes d'eau. Ces sources naturelles d'énergie sont, en effet, éloignées des centres d'utilisation et il fallait, pour que l'exploitation fût rémunératrice, que le transport utilisant l'électricité comme véhicule se fît économiquement, c'est-à-dire moyennant une perte d'énergie relativement faible dans la ligne.

La recherche d'une solution à la question de la transmission de l'énergie amena à essayer, tout d'abord, le système à courant continu à potentiel constant. Dans ce système, les récepteurs utilisent, à la chute de tension dans la ligne près, la tension des génératrices couplées en parallèle.

Ce mode de transmission essayé dès le début ne se développa pas, parce que les machines à haute tension qu'il fallait employer, lorsque les transports s'étendaient à plusieurs kilomètres de la génératrice, étaient difficiles à construire, en raison des difficultés d'isolement qu'elles comportaient, et, en outre, dangereuses à entretenir par les manipulations que nécessitait leur fonctionnement normal.

Cependant, ces difficultés de construction et d'entretien n'étaient pas insurmontables, et elles n'auraient pas suffi à entraver le développement des transmissions d'énergie à potentiel constant, si on avait pu utiliser directement les tensions produites ; mais les récepteurs, du moins le plus grand nombre de ceux-ci, ne pouvaient supporter que des tensions relativement faibles. Les transmissions électriques perdaient donc de leur intérêt si l'on ne pouvait transformer économiquement l'énergie à haute tension du réseau de transport en courant à basse tension utilisable dans les appareils récepteurs.

La question de transmission économique de l'énergie n'est donc, en définitive, qu'une question de transformation de tensions.

La nécessité de ces transformations met en évidence un autre inconvénient des transmissions à courant continu : le transformateur de tensions à courant continu étant un appareil compliqué et peu économique.

Le système continu à potentiel constant peut donc être employé pour les distributions d'étendue relativement faible, mais il ne saurait convenir pour les transports à grande distance.

*Système Thury à courant continu et à intensité constante.* — Le système Thury permit de transmettre l'énergie à des distances plus grandes que le système à potentiel constant ; son emploi eut pour résultat d'accroître la portée des transports utilisant le courant continu.

Rappelons que pour obtenir les hautes tensions nécessaires sans dépasser certaines limites considérées comme trop difficiles à produire ou trop dangereuses à employer, M. Thury a eu l'idée de monter toutes les génératrices de la station en série, la tension obtenue étant utilisée dans des réceptrices couplées comme les génératrices en série sur un circuit unique. La tension à chaque machine, génératrice ou réceptrice, n'est qu'une partie de la tension totale ; les difficultés d'isolement et de construction sont donc réduites dans la même proportion.

Sous cette forme, qui est celle sous laquelle il a été conçu, le système Thury n'exige pas de transformateurs, et il constitue à la fois un système de distribution et un système de transmission. Il s'applique alors très avantageusement à l'exploitation de sources d'énergie nombreuses, mais peu importantes, réparties sur un circuit étendu desservant un grand nombre de localités très disséminées.

Certaines distributions rurales sont dans ce cas. Chaque génératrice fournit une tension proportionnelle à la puissance de la source qui l'actionne ; un seul fil [1], celui qui constitue la ligne, dessert les moteurs ; chacun de ceux-ci utilise une tension d'autant plus élevée que la puissance qu'il exige est plus considérable.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 387, p. 55 et n° 388, p. 77.

[1] Dans ce cas, le circuit forme une boucle fermée, la ligne ne comporte qu'un seul fil.

Digitized by Google

Ce système n'exige pas de transformateurs de tension lorsque la ligne ne dessert que des moteurs. Mais, lorsqu'il s'agit d'alimenter des lampes, il est indispensable de transformer l'énergie. C'est généralement de cette dernière façon qu'est appliqué le système Thury.

*Avantages des systèmes alternatifs sur les systèmes continus en ce qui concerne la production et la transformation de l'énergie.* — Les systèmes alternatifs ont sur ceux qui emploient les courants continus les avantages suivants :

Les génératrices sont de construction facile; elles se prêtent bien à l'obtention directe des hautes tensions qu'exigent les transports à grande portée; elles ne comportent aucun organe réglable sur la machine elle-même, c'est-à-dire au voisinage des pièces entre lesquelles s'exercent les tensions dangereuses.

Le transformateur de tension, organe nécessité par la distribution, est, dans ce cas, un appareil statique relativement peu coûteux, ne nécessitant aucun entretien ni aucune surveillance.

*Avantages des systèmes alternatifs triphasés au point de vue de l'utilisation de l'énergie électrique.* — Les systèmes alternatifs ont donc une supériorité incontestable sur le système continu série en ce qui concerne la production et la transformation de l'énergie électrique; mais cette supériorité eût été plus apparente que réelle, en ce qui concerne les transports, si les appareils d'utilisation à courants alternatifs, du moins le plus grand nombre de ceux-ci, c'est-à-dire les moteurs, n'avaient eu, eux-mêmes, des avantages économiques sur les appareils similaires utilisant les courants continus.

Si, en effet, ces derniers appareils avaient été plus économiques et d'emploi plus commode que les appareils à courant alternatif, il eût été indispensable de faire, à l'arrivée de la ligne de transport, une transformation du courant alternatif en courant continu; cette transformation aurait imposé l'emploi d'appareils rotatifs, et les transmissions par courants alternatifs auraient perdu, de ce fait, une grande partie de leur intérêt économique.

Cette situation a existé pendant plusieurs années; on possédait bien le transformateur statique, mais il n'existait aucun moteur à courant alternatif réellement industriel. Ce fut l'invention du moteur asynchrone à champ tournant qui établit la supériorité du moteur alternatif sur le moteur continu et, par suite, celle des systèmes alternatifs sur les systèmes continus pour la transmission de l'énergie à distance.

Le moteur asynchrone à champ tournant est resté depuis sa création le moteur industriel par excellence. La vogue méritée dont il jouit lui vient de ses qualités particulières de simplicité de construction et de commodité d'emploi qui le font préférer au moteur continu dans la plupart des applications.

*Les deux systèmes de transmission au point de vue de la dépense d'établissement des lignes.* — On fait toutefois aux moteurs et, par suite, aux systèmes alternatifs, certains reproches : à égalité de tensions de transmission, le système triphasé est plus coûteux que le système continu à intensité constante, surtout lorsqu'il s'agit de transmettre des puissances importantes à de très grandes distances. Mais il convient d'observer, toutefois, que ce système porte en lui une cause d'infériorité qu'il tient de sa simplicité même, car si la ligne ne comporte qu'un seul circuit, une rupture en un point quelconque de celui-ci arrête le service de toute l'installation. La multiplicité des conducteurs d'une ligne triphasée à tension constante met les installations qu'elle dessert à l'abri de semblables incidents.

*Facteur de puissance des lignes alternatives.* — On reproche aussi aux lignes ou plutôt aux systèmes alternatifs leur faible facteur de puissance; autrement dit, on leur reproche de mettre en jeu et de transmettre une puissance apparente supérieure à la puissance réelle, la seule qui coûte de l'énergie mécanique pour sa production.

Un effet analogue se produit en ce qui concerne les chutes de tension aux bornes des alternateurs, c'est-à-dire qu'à égalité de puissance transmise par deux lignes, l'une à courant continu, l'autre à courant alternatif, de même section et de même longueur, la chute de tension aux bornes de l'alternateur sera plus grande que la chute aux bornes de la dynamo, et la différence entre les deux chutes sera d'autant plus grande, que le facteur de puissance de la ligne alternative sera plus faible.

L'inconvénient qui résulte des pertes de puissance n'est pas grave et, en fait, ces pertes sont équivalentes dans les deux systèmes. Mais il n'en est pas toujours de même en ce qui concerne les chutes de tension; on y remédie, dans les réseaux à courant alternatif, en employant des alternateurs à faible réaction d'induit, ou même des alternateurs compound, dans lesquels le facteur de puissance du réseau n'a qu'une influence relativement faible sur la chute de tension aux bornes.

La gêne résultant des faibles valeurs du facteur de puissance des réseaux alternatifs est donc plus apparente que réelle, et les deux systèmes peuvent être considérés comme équivalents au point de vue des difficultés de service résultant des chutes de tension occasionnées par le fonctionnement des réseaux.

Cette comparaison entre les deux systèmes, en ce qui concerne les chutes de tension et les pertes de puissance, se rapporte à une charge déterminée, à la charge maxima, par exemple. Les conclusions auxquelles elle aboutit ne s'appliquent pas à toutes les charges.

Dans le système triphasé, la perte en ligne diminue avec la charge, et une faible charge du réseau ne donne lieu qu'à une faible perte de puissance en ligne; car, dans ce cas, elle bénéficie de la section totale de la ligne calculée pour la charge maxima.

Avec le système Thury, au contraire, l'intensité étant constante, la perte en ligne ne varie pas avec la charge.

Digitized by Google

Ce dernier système n'est donc avantageux à employer au point de vue du rendement des lignes que dans le cas de distributions ayant un régime voisin du maximum.

C'est le cas de la distribution de Lausanne (1), transmission de Saint-Maurice à Lausanne, qui comprend un service très important de tramways. C'est aussi celui des tramways de Lyon alimentés par le transport système Thury, de Moutiers à Lyon (2).

Ceci tiendrait à expliquer pourquoi la plupart des installations de force motrice et de lumière qui ont, en général, un régime de charge très irrégulier, se satisfont plus volontiers de systèmes à potentiel constant tel que le système triphasé, que d'un système à intensité constante.

*Influence des harmoniques des forces électromotrices alternatives sur la portée des transmissions.* — Un inconvénient sérieux des courants alternatifs, inconvénient qui met ceux-ci dans un état d'infériorité vis-à-vis des courants continus, en ce qui concerne la portée limite des transmissions électriques, est celui qui résulte des effets de résonances qui peuvent se produire dans les réseaux lorsque les alternateurs ne produisent pas des courants parfaitement sinusoïdaux, ou lorsque, par suite de ruptures brusques de circuits susceptibles de résonner, il se produit des courants à haute fréquence sur les lignes.

Ces résonances se manifestent par des surélévations de tension présentant les caractères de véritables coups de foudre. Elles ont pour effet de réduire la tension limite supérieure que l'on peut admettre sur les lignes alternatives et, par conséquent, elles réduisent la portée des transmissions utilisant les courants alternatifs.

Les harmoniques du courant produisent, en outre, des échauffements anormaux des circuits magnétiques des machines, par suite des courants de Foucault et des cycles d'hystérésis qu'ils développent dans ces parties. Ces effets ne se produisent évidemment pas dans les réseaux à courant continu ; aussi, la portée des transmissions par le système Thury est-elle plus grande que celle des transmissions utilisant les courants alternatifs. Cette portée dépend, en effet, de la tension en volts que l'on peut employer pratiquement sur les lignes de transmission. Les transmissions à courants alternatifs à longue portée sont donc subordonnées à la suppression des harmoniques des forces électromotrices produites dans les alternateurs, et des causes qui leur donnent naissance dans les réseaux. Cela explique les soins particuliers que prennent les constructeurs pour réaliser des alternateurs donnant des forces électromotrices parfaitement sinusoïdales, et les précautions que prennent les exploitants pour éviter les ruptures ou les fermetures brusques de circuits à haute tension.

De très grands progrès ont été accomplis dans ce sens par les constructeurs ; il est à présumer qu'ils arriveront à réduire encore les causes de production des harmoniques dans les alternateurs, et à augmenter, par suite, la portée pratique des transmissions utilisant les courants alternatifs.

Systèmes de transmission applicables a la traction. — Les propriétés respectives des systèmes de transmission en présence justifient la préférence qui est donnée, le plus souvent, au système triphasé à potentiel constant. C'est qu'il s'applique, dans la plupart des cas, à des distributions urbaines de force motrice d'éclairage et de traction situées à des distances relativement faibles (inférieures à 100 km) des sources d'énergie qui les alimentent, et pour lesquelles la traction à courant continu est la seule application qui exige l'emploi d'un transformateur rotatif, convertisseur ou commutatrice,

Ce genre de transformateur pourrait même être évité avec l'emploi direct des courants triphasés ; aussi a-t-on cherché à rendre commode ce dernier mode de transport. Cependant la pratique industrielle qui date de plus de dix ans, a fait préférer la traction à courant continu à tous les autres systèmes de traction pour l'exploitation des réseaux urbains.

Cette préférence se justifie par ce fait que ces exploitations sont très groupées et que, par suite, elles ne nécessitent qu'un nombre assez restreint de sous-stations de transformation.

Il en est de même de certaines lignes interurbaines, bien que, dans ce cas, les sous-stations nécessaires soient en plus grand nombre, lorsque les nécessités du trafic exigent l'emploi de vitesses variables avec le tonnage transporté (transport de marchandises), car la propriété caractéristique des moteurs à courant continu affectés à la traction est de pouvoir facilement donner des vitesses variables dans de très grandes limites et d'avoir des couples moteurs d'autant plus grands que la vitesse est plus faible.

Ce sont des considérations de cette nature qui ont conduit les ingénieurs suisses à établir un système de traction par courant continu, sur les lignes de Montreux et de l'Oberland Bernois, sur le chemin de fer de la Gruyère, etc. Les fortes déclivités du profil de la ligne de l'Oberland Bernois rendaient inévitable l'emploi de plusieurs vitesses différentes. Le moteur à courant continu permettait de les donner facilement et de regagner le temps perdu dans les retards ; enfin, la réserve constituée par les batteries-tampon des sous-stations donnait le moyen d'assurer le service en cas d'interruption momentanée de la station centrale.

C'est ainsi, par exemple, que les stations centrales de Montbovon et d'Hauterive fournissent des courants triphasés à 8000 volts aux sous-stations de Chamby et Montbovon comprenant des convertisseurs des courants alternatifs à 8000 volts en courant continu à 750 volts, les génératrices à courant continu des convertisseurs pou-

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 250, du 25 mai 1902, p. 222.
(2) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 370, du 25 mai 1907, p. 221.

Digitized by Google

vant atteindre la tension de 1000 volts pour la charge des accumulateurs.

La traction triphasée a été avantageusement employée, au contraire sur certaines lignes interurbaines ou sur certaines lignes de montagne, lorsque la vitesse des trains devait être régulière et lorsque le tonnage transporté était sensiblement constant (transport de voyageurs); enfin, lorsque le profil de la ligne étant régulier, on pouvait faire avantageusement de la récupération. Cette opération, qui s'effectue automatiquement dans les moteurs triphasés lorsqu'ils font frein, permet de renforcer l'action des stations centrales par l'utilisation d'une partie de l'énergie récupérée par le freinage des trains à la descente.

La traction triphasée est, pour ces motifs, très employée pour la traction sur les lignes de montagne :

Lignes de montagne de Stansstadt à Engelberg, de Zermatt au Gornergrat, ligne de la Jungfrau, etc. On a même employé les courants triphasés sur la ligne de Berthoud à Thoune, ainsi que sur la ligne du Simplon (3300 volts, fréquence 16 périodes par seconde), entre Brigue et Iselle.

Il est à remarquer que les deux systèmes de traction par courant continu et par courants triphasés utilisent tous deux la transmission par courants triphasés. Le système de traction triphasé, qui permet d'utiliser directement le courant venant de la centrale, est donc, *a priori*, plus économique que le système de traction par courant continu.

La comparaison des résultats d'exploitation de la ligne Berthoud-Thoune (triphasé) et de Milan à Gallarata (continu) en Italie, ayant sensiblement même profil, même longueur et même trafic, paraît avoir confirmé ces prévisions. La question s'est donc posée de savoir s'il n'y aurait pas avantage à étendre le système triphasé à la traction sur toutes les lignes interurbaines et même à la traction sur les grandes lignes.

Cette question n'a pas encore reçu de solution définitive; mais il ne semble pas qu'elle puisse être résolue dans un sens favorable à l'adoption du système triphasé, parce que ce dernier mode de traction a de grands inconvénients lorsqu'il s'agit de l'exploitation de lignes à trafic un peu important. Le faible écartement des deux fils rend l'isolement très difficile à assurer; il n'est pas possible, pratiquement, d'employer les très hautes tensions, et, par conséquent, d'appliquer le système à la traction sur les grandes lignes. De plus, la nécessité de deux fils rend les croisements difficiles à organiser. Enfin, il se forme sur eux, en hiver, des ponts de neige qu'on est obligé de faire sauter au moyen du courant de la ligne avant d'entreprendre le service : un tel inconvénient ne peut être toléré dans un service de grande ligne.

En outre, le système triphasé, par la vitesse constante qu'il impose, et aussi à cause du défaut d'élasticité de puissance de ses moteurs, n'est pas assez souple pour se plier aux exigences d'un service de grande ligne qui, pour être économique, doit pouvoir varier ses vitesses suivant le tonnage et la nature de ses transports.

On a cherché à vaincre ces difficultés spéciales, et, depuis quelque temps, on étudie les moyens de rendre pratique la traction par courant alternatif simple en utilisant les moteurs à collecteur de création récente ayant, au point de vue des variations de vitesse et du couple, les qualités des moteurs-série employés dans la traction par courant continu.

En Suisse, la Société Oerlikon essaie, sous le contrôle de la *Commission suisse pour la traction sur les voies ferrées*, une locomotive de 300 kw recevant directement l'énergie électrique sous une tension de 15 000 volts. Cette locomotive conduit tous les jours un train de marchandises de 80 à 200 tonnes sur la ligne de Seebach à Wettingen, à des vitesses variables.

La conduite de cette locomotive ne paraît pas présenter de difficultés sérieuses; les manœuvres correspondant aux changements de marche et aux variations de vitesse sont excessivement simples, beaucoup plus simples que celles qui correspondent à la mise en marche d'une voiture de tramway.

La prise de courant (à archet employant l'air comprimé, système Huber) ne paraît donner aucune étincelle. Les moteurs fonctionnant depuis plus d'un an ne portent aucune trace de fatigue anormale, aucune étincelle ne se produit au collecteur, même au moment du démarrage.

Ce mode de traction paraît présenter de très sérieuses garanties de bon fonctionnement. S'il s'applique à la traction sur les grandes lignes, comme les résultats favorables obtenus jusqu'ici semblent le laisser espérer, le système de transmission qui paraît devoir lui être appliqué sera évidemment celui qui permettra de porter économiquement le plus loin possible l'énergie des stations centrales; ce sera, par conséquent, celui qui emploiera les plus hautes tensions.

Les systèmes à courant alternatif simple sont ceux qui paraissent devoir être les plus avantageux à ce point de vue, à condition, toutefois, de pouvoir produire des forces électromotrices sans harmoniques.

Conclusions. — Le système alternatif triphasé à potentiel constant semble devoir être préféré au système série à courant continu pour transmettre l'énergie d'une source à des centres de distribution qui desservent principalement des installations de force motrice et d'éclairage, lorsque la distance de transmission est assez faible pour que l'on puisse utiliser la tension directe des alternateurs, c'est-à-dire éviter le transformateur de départ. C'est le cas de la plupart des installations urbaines.

Lorsque la distance augmente, la tension à adopter devient plus considérable, et la nécessité d'employer des transformateurs de départ, jointe à la dépense supplémentaire qui résulte de l'organisation de la ligne, surtout s'il s'agit de la transmission d'une puissance un peu importante, peuvent donner un intérêt très réel au système

Digitized by Google

de transmission par courant continu à intensité constante.

Exemple : le transport d'énergie de Saint-Maurice à Lausanne, avec transformateur du courant continu en courants triphasés pour la distribution de force motrice et d'éclairage de la ville.

Dans un grand nombre de cas où les deux systèmes sont à peu près équivalents, au point de vue des frais de premier établissement, on préfère cependant employer le système triphasé à potentiel constant, à cause de la facilité d'organisation et d'entretien de ses sous-stations de transformation. Les hautes tensions étant produites dans des appareils fixes, la sécurité du personnel est aussi plus grande qu'avec le courant continu à haute tension. Pour les transmissions à très grande distance, ou encore pour certaines exploitations rurales comprenant un grand nombre de centres de distribution peu importants, répartis sur un circuit très étendu, le système à courant continu à intensité constante paraît avoir des avantages très sérieux sur le système triphasé à potentiel constant.

Les exploitations de traction urbaines et interurbaines utilisent avantageusement les systèmes de transmission par courants alternatifs généralement triphasés, avec transformation en courant continu à l'arrivée de la ligne de transmission, ou utilisation directe après réduction de la tension dans le cas de lignes de montagne desservant des stations estivales.

La traction sur les grandes lignes par courants alternatifs simples à 15 000 ou 20 000 volts paraît appelée à un bel avenir, soit que l'on utilise directement le courant alternatif simple dans les moteurs à collecteur (moteur-série, à répulsion, série compensée, etc.), soit qu'on le transforme en courant continu sur la locomotive même au moyen de groupes convertisseurs ou de redresseurs. Elle paraît devoir employer le système de transmission par courant alternatif simple, mais il n'est pas impossible que l'on emploie le système Thury, dans certains cas, lorsqu'il sera jugé nécessaire d'augmenter le rayon d'action d'une source d'énergie par l'emploi de très hautes tensions.

(*A suivre.*) A. Z.

## INTERRUPTEURS ALIOTH

### POUR CIRCUITS A HAUTE TENSION

Les transmissions électriques devenant de plus en plus longues et les tensions de transmission augmentant avec elles, on a dû se montrer de plus en plus difficile, au point de vue de la sécurité, dans le choix des appareils employés et notamment des interrupteurs.

A l'origine, on avait pu se contenter de simples coupe-circuits à rupture se produisant dans l'air; mais aujourd'hui ces dispositifs ne pourraient suffire que pour des puissances peu considérables; un bon interrupteur doit effectivement pouvoir couper la ligne qu'il dessert, en charge et même en court-circuit, et ce désidératum ne peut, semble-t-il, être complètement satisfait, de façon économique, que si l'on a soin d'immerger la coupure dans l'huile; si l'on néglige cette précaution, des arcs extrêmement préjudiciables se produisent immanquablement entre les contacts.

D'un autre côté, malgré les améliorations apportées à la confection des fusibles, on n'est pas encore parvenu à réaliser un dispositif de ce genre qui pût fonctionner avec sûreté pour toutes intensités et, dans le cas de hautes tensions, l'on ne peut recommander l'usage de ces organes que pour des intensités de moins de 75 ampères.

On a cherché dans une autre voie un moyen de protection contre les surcharges en combinant avec les coupe-circuits un déclencheur automatique à maxima, à fonctionnement direct ou à fonctionnement indirect.

De nombreux modèles d'interrupteurs à haute tension à huile existent à présent, on le sait, et la combinaison indiquée ci-dessus a été réalisée pratiquement de façons diverses. Les dispositions suivantes sont notamment employées par la maison Alioth, dont les instruments paraissent se placer en bonne place.

Cette maison construit trois types normaux d'interrupteurs, ces trois types comportant chacun trois modèles, unipolaire, bipolaire et tripolaire, et étant respectivement destinés :

1° Aux tensions de 5000-10 000 volts et intensités de 200-60 ampères par pôle;

2° Aux tensions de 5000-15 000 volts et intensités de 200-70 ampères par pôle;

3° Aux tensions de 8 000-20 000 volts et intensités de 500-150 ampères par pôle.

Tous trois sont d'ailleurs conçus de façon identique et sont munis de quatre contacts par pôle.

Les conducteurs d'amenée sont introduits dans la boîte par des garnitures de porcelaine que porte un couvercle de fonte; pour faciliter le montage, ils sont munis de cosses d'attache. Les ressorts de contact auxquels sont reliés les conducteurs se terminent par des blocs de cuivre qui y sont rivés; il y a par pôle deux ressorts et quatre blocs. La connexion est établie entre les deux parties par une barre transversale de bronze dont deux projections s'introduisent de part et d'autre, de bas en haut, entre les deux contacts de chaque ressort. La barre est suspendue à une tige verticale isolée.

L'ensemble est enfermé dans une boîte de tôle contenant le liquide isolant; dans les types multipolaires, la caisse à huile est divisée en deux ou trois compartiments et chaque coupe-circuit est logé isolément dans une de ces subdivisions.

La coupure se faisant de deux côtés à la fois, la distance d'interruption est double de l'amplitude du mouvement imprimé à la tige de support.

La manœuvre du ou des coupe-circuits formant l'instrument, se fait, solidairement pour les éléments consti-

Digitized by Google

tuants, à la main pour les deux premiers types, et au moyen d'un volant à main pour le troisième. Elle s'effectue, dans le premier cas, par le jeu d'un système de leviers coudés, qui ne peut, en ce cas, s'arrêter en une position intermédiaire, devant être poussé jusqu'au point mort pour rester fermé. Dans le troisième type, où le déplacement des contacts mobiles est provoqué à l'aide d'un volant, ce dernier agit, par l'intermédiaire d'une chaîne, sur un axe à deux manivelles articulées chacune à un levier pivotant autour de son point milieu; à leur extrémité opposée aux bielles, les deux leviers s'articulent à des tiges qui supportent les trois barres des interrupteurs.

Comme huile, on emploie une huile minérale non acide et difficilement inflammable ; les résidus provenant de la combustion du liquide sous l'influence des étincelles s'accumulant dans le récipient, il est nécessaire soit de renouveler de temps à autre l'isolant, soit de le filtrer. Pour un interrupteur ayant à fonctionner deux ou trois fois par jour, ce renouvellement doit se faire à peu près semestriellement.

L'interrupteur proprement dit n'est pas modifié dans sa forme lorsqu'il est équipé pour déclencher automatiquement en cas de surcharge, que le déclenchement se fasse directement ou indirectement; mais dans les deux cas, il doit être pourvu d'un mécanisme de commande tel qu'il retombe de lui-même dans la position de repos par un simple déverrouillage.

Le verrou est placé à proximité d'un électro-aimant qui le fait déclencher en libérant l'interrupteur quand un courant d'intensité donnée passe par son enroulement. Dans le système à commande directe, c'est le courant principal ou un courant pris sur le secondaire d'un transformateur dont le primaire est inséré sur le circuit principal qui circule dans la bobine du déclencheur. Dans le système à commande indirecte, un relais alimenté de la même façon que le déclencheur dans le cas précédent, envoie, quand il est actionné lui-même, dans l'organe en question, le courant d'une source auxiliaire ou du transformateur réducteur.

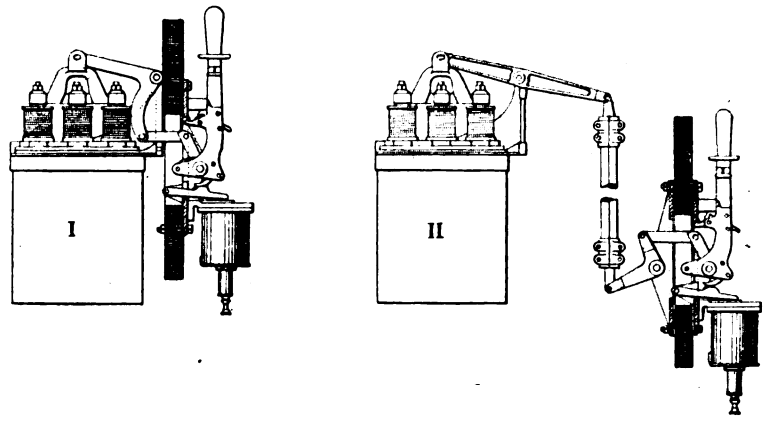
Le montage indirect est évidemment plus compliqué, mais il possède sur l'autre les avantages généraux bien connus d'une plus grande sûreté de fonctionnement et d'une précision supérieure. Moyennant l'emploi d'un relais à temps, il peut effectivement déterminer l'actionnement du déclencheur dans un temps variant avec la valeur de la surintensité, et c'est là une supériorité précieuse, car il est notoire que telle surcharge considérable, mais momentanée, est sans préjudice et ne demande pas que les circuits soient coupés tandis que telle autre moins intense devient dangereuse par sa persistance.

Avec ou sans relais, pour une installation diphasée, il y a deux interrupteurs doubles et deux déclencheurs, et pour un système triphasé, trois interrupteurs simples, munis chacun d'un déclencheur ou un interrupteur triphasé à un déclencheur, suivant que les phases sont en triangle ou en étoile avec point neutre à la terre.

Les figures ci-contre montrent deux des diverses positions qui peuvent être données, suivant le plan des appareils de commutation, etc., aux interrupteurs simples ou armés du déclencheur automatique.

Quand il existe, le déclencheur est placé, comme il est montré, sous la poignée de manœuvre: il est formé d'un solénoïde cuirassé dont le noyau feuilleté est soumis à l'action d'un ressort à tension réglable.

Le relais à temps est basé sur le principe du compteur à répulsion de Thomson; le temps de fonctionnement peut être augmenté ou diminué par le déplacement d'une masse retardatrice montée sur un levier ou par le réglage




de la position d'un système d'aimants amortisseurs.

Le type ordinaire peut être réglé pour fonctionner au bout de quatre secondes avec une surcharge de 100 pour 100 et de 30 secondes avec une surcharge de 20 pour 100.

L'enroulement du relais est parcouru par un courant de 8 ou de 4 ampères selon que le déclenchement est provoqué au moyen d'un courant auxiliaire ou à l'aide du courant principal transformé.

Cette intensité de 4 ou de 8 ampères correspond à l'intensité principale normale de telle sorte qu'un courant de 5 ou de 10 ampères au relais correspond à une surintensité de 25 pour 100. Quand le contrôle du déclencheur est fait par une source à courant continu, l'intensité doit être de 0,2 ampère environ avec une tension de 50 ou 220 volts. Si les diverses bobines de déclenchement de différents interrupteurs sont alimentées simultanément, ces bobines doivent être montées en parallèle.

Le relais Alioth ordinaire est formé d'une armature de tôle de fer soumise à l'action d'une bobine fixe qui tend à faire tourner cette armature, nonobstant l'action d'un ressort antagoniste; cette armature est absolument symétrique et suspendue en état d'équilibre indifférent; l'instrument est soustrait à toute influence de magnétisme remanent et échappe également à l'influence perturbatrice des vibrations; le contact se produit, sans

Digitized by Google

collage possible, entre deux blocs de charbon facilement interchangeables; dès que le relais a fonctionné, il est privé de courant, et son armature reprend, sous l'effet du ressort auquel elle est soumise, la position de repos, prête à fonctionner.

Le système peut également être utilisé pour fonctionner comme disjoncteur à minima ou comme disjoncteur de retour. Il est fait usage à cette fin d'un interrupteur automatique basé sur le même principe que le relais à maxima, mais comportant, à la différence de ce dernier, deux enroulements alimentés l'un par un transformateur d'intensité, l'autre par un transformateur de tension; le dispositif est réglé pour déterminer le déclenchement des interrupteurs en cas d'un retour de 5 pour 100.

Jusqu'à 8 000 volts, les transformateurs d'intensité et de tension utilisés sont du type dit sec; pour les potentiels supérieurs, on emploie des transformateurs à huile. Dans l'un et l'autre cas, ils peuvent servir simultanément pour les disjoncteurs et pour les instruments de mesure.

On remarquera que, sauf pour les modèles à volant, où une lampe indicatrice doit être adjointe à l'appareil, la position de la manette indique toujours si l'interrupteur est fermé ou ouvert.

Quand l'appareil est muni d'un déclencheur, comme celui-ci fonctionne en toute indépendance des leviers de commande, il est impossible d'immobiliser ceux-ci pour fermer les lignes si un court-circuit est sur les canalisations.

HENRY.

## EMPLOI DES ALTERNATEURS ASYNCHRONES

### DANS LES STATIONS CENTRALES

Dans une communication présentée le mois dernier devant l'*American Institute of Electrical Engineers* (1), M. L. Waters a appelé l'attention des électriciens sur l'emploi de groupes électrogènes comportant des alternateurs asynchrones. Tout le monde sait que lorsqu'on entraîne un moteur asynchrone à cage d'écureuil au delà du synchronisme, il devient générateur et la machine fournit du courant alternatif au réseau, tout comme un alternateur ordinaire. Toutefois on ne doit pas perdre de vue qu'une semblable machine n'est pas auto-excitatrice et qu'elle doit emprunter au réseau son courant magnétisant.

Le moteur à cage d'écureuil possède de précieuses qualités : au point de vue mécanique, sa construction est idéale, le rotor peut être obtenu parfaitement symétrique et bien équilibré, il ne comporte aucun conducteur isolé et peut être tourné et ajusté très exactement. Au point de vue électrique, il n'est pas moins intéressant, car les enroulements du stator, les seuls ayant besoin d'être protégés, ne sont soumis à aucune vibration et peuvent être isolés pour une tension quelconque. Mais ce n'est pas tout, le moteur d'induction a beaucoup d'analogies avec le moteur shunt à courant continu, tous deux sont à vitesse sensiblement constante; lorsqu'on leur applique une charge, la vitesse décroît légèrement et le couple augmente jusqu'à un maximum. Enfin si le couple change de signe et, de résistant devient moteur, dans les deux cas la machine fournit du courant au réseau, fait utilisé avec les moteurs shunt pour obtenir la récupération.

Jusqu'à présent, on n'a pas cru devoir utiliser pratiquement ces remarquables avantages du moteur à cage d'écureuil; il semble cependant que sa simplicité le désigne particulièrement pour être actionné par les turbines à vapeur si en vogue aujourd'hui. Comme la fréquence du réseau n'est pas donnée par le générateur asynchrone, de petites variations de vitesse dans la commande de cette dernière machine ne provoqueront ni des pompages ni des courants de circulation; au contraire, la machine à cage d'écureuil aura une tendance à régulariser la vitesse de la turbine qui l'actionne par suite de la variation de son couple qui croît avec l'augmentation de vitesse. Une irrégularité dans la vitesse angulaire n'a dans ce cas pour effet que de faire varier la charge absorbée comme si on avait affaire à une dynamo shunt.

La seule difficulté d'emploi des générateurs asynchrones dans les puissantes stations centrales réside dans la nécessité de leur donner l'excitation qui leur est nécessaire. Ce courant pourrait être fourni, à la rigueur, par le réseau si les câbles avaient une capacité suffisante, mais il n'y faut pas songer, car cette capacité n'est pas réglable. Des condensateurs pourraient être employés, mais le mieux encore est d'utiliser un moteur synchrone surexcité tournant à vide.

M. Waters propose, à ce sujet, un ensemble comprenant un alternateur ordinaire et un générateur asynchrone, le premier servant à assurer la marche de jour lorsque la charge est fortement inductive par suite de la mise en action de nombreux moteurs sur le réseau, le second étant couplé au premier, le soir, lorsque l'éclairage commence.

Dans cet ordre d'idées, M. Stott a pensé combiner des moteurs à gaz et des machines à vapeur; il s'agirait, en l'espèce, de puissants moteurs qui actionneraient des alternateurs asynchrones. Les gaz d'échappement seraient utilisés pour chauffer la chaudière d'une machine à vapeur de puissance beaucoup plus faible actionnant un alternateur ordinaire qui serait le *chef d'orchestre* de la station.

Cette solution est évidemment très séduisante, et la plus petite application de ce système méritera d'être signalée; espérons qu'elle ne se fera pas attendre, et que nous enregistrerons d'ici peu quelques installations faites avec cet intéressant système.

A. SOULIER.

(1) *Electrical Review*, New-York, du 22 février 1908, p. 298.

Digitized by Google

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 30 décembre 1907.*

**Spectrophotométrie, viscosimétrie et signes électriques des solutions.** — Note de M. Charles Henry, présentée par M. Dastre. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Chaleur spécifique et champ moléculaire des substances ferromagnétiques.** — Note de M. Pierre Weiss, présentée par M. J. Violle. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Réduction électrolytique de l'indigo.** — Note de M. Henri Chaumat, présentée par M. Haller. — I. La réduction de l'indigo bleu, en vue de son application à la teinture, se fait actuellement soit par des procédés de fermentation, soit par des procédés purement chimiques.

Je me suis demandé s'il ne serait pas possible d'utiliser, pour cette réduction, l'hydrogène dégagé dans un phénomène électrolytique (1).

Si l'on soumet à l'électrolyse une dissolution aqueuse de carbonate de soude, par une action secondaire bien connue, il se forme à la cathode 2 mol. de soude caustique pendant qu'il se dégage 2 at. d'hydrogène. De l'indigo bleu en poudre fine mis en suspension dans le compartiment cathodique n'est pas réduit par l'hydrogène qui s'y dégage. Cela pouvait tenir à ce que l'hydrogène ne rencontrait les grains d'indigo que lorque ses ions s'étaient déjà soudés à l'état de molécules et qu'il était ainsi dépourvu des affinités spéciales qui caractérisent l'état naissant.

J'ai pensé alors qu'on obtiendrait un résultat en forçant l'hydrogène à se dégager sur l'indigo même. Et j'ai employé le dispositif suivant :

II. De l'indigo en poudre très fine est intimement mélangé à une poudre conductrice quelconque en grains un peu plus grossiers, du graphite en poudre, par exemple. Le mélange étant fait, chaque grain de graphite est plus ou moins enrobé d'indigo. Ce mélange est tassé, autour d'une âme conductrice en charbon, dans un sac de toile. Le tout constitue une électrode qu'on relie au pôle négatif d'une source et qu'on plonge dans la dissolution aqueuse de carbonate de soude. L'anode est dans un autre compartiment du voltamètre et peut être quelconque.

Dans ces conditions, la réduction se produit et l'on peut obtenir facilement dans le compartiment cathodique une solution très concentrée d'indigo blanc avec un rendement de 30 à 40 pour 100 par rapport à la quantité d'électricité.

III. Remarquons que pendant qu'il se dégage 2 at. d'hydrogène à la cathode, c'est-à-dire la quantité d'hydrogène nécessaire à la réduction de 1 mol. d'indigo, il s'y forme 2 mol. de soude caustique, c'est-à-dire la quantité nécessaire et suffisante d'alcali pour dissoudre l'indigo blanc formé. Si l'on avait pris, au lieu de carbonate de soude, une dissolution d'un sel alcalino-terreux, pour 2 at. d'hydrogène, nous aurions eu cette fois une seule molécule d'hydrate alcalino-terreux. C'est encore la quantité nécessaire et suffisante pour la dissolution de l'indigo blanc. La méthode est donc théoriquement parfaite.

IV. Certaines précautions doivent être prises. Si le mélange des poudres était trop intime et trop fortement tassé autour de l'âme conductrice, de façon à constituer une électrode à peu près imperméable aux liquides, on aurait une électrode sensiblement homogène, de conductibilité médiocre, et la réduction ne s'accomplirait que par sa surface extérieure apparente ; le rendement serait insignifiant. Avec des poudres trop grossières ou un mélange peu intime, le rendement serait encore insignifiant pour des raisons évidentes.

V. Avec du carbonate de soude comme électrolyte, pendant qu'il se dégage 2 at. d'hydrogène à la cathode, il se dégage à l'anode 1 at. d'oxygène, c'est-à-dire la quantité d'oxygène juste nécessaire et suffisante pour oxyder à nouveau tout l'indigo réduit. D'où la nécessité de séparer le bac à électrolyse en deux compartiments par un diaphragme. Ce diaphragme augmente considérablement la résistance électrique du bac et accroît, par suite, la quantité d'énergie nécessaire pour réduire un poids déterminé d'indigo.

VI. J'ai remarqué que si le bain contient des sulfites, bisulfites ou même des sulfures alcalins ou alcalino-terreux, employés soit seuls, soit à l'état de mélange, l'oxygène naissant qui se dégage à l'anode est absorbé par ces sels plus facilement que par l'indigo blanc, bien que ces sels ne réduisent pas directement l'indigo. Le rendement baisse pourtant en quantité, ce qui semble indiquer qu'il se forme dans la dissolution mixte un état d'équilibre. Mais, grâce à l'emploi de ces sels dans l'électrolyte, on peut supprimer le diaphragme et obtenir une production plus considérable pour la même dépense d'énergie électrique, malgré le rendement plus faible en quantité.

VII. La méthode que je viens de décrire et que j'ai employée à la réduction de l'indigo, relève d'une idée générale exposée ci-dessus (§ II). Cette méthode paraît devoir être féconde et se prêter particulièrement à la réduction des substances insolubles difficiles à réduire.

(1) A notre connaissance, une seule tentative sérieuse a été faite dans cette voie par la maison Meister Lucius et Brüning et Cie, de Hoescht (brevet allemand 1902). Mais dans ce procédé on obtient la réduction de l'indigo en suspension dans le bain par une action secondaire (production électrolytique préalable d'hydrosulfite de sodium).

*Séance du 6 janvier 1908.*

**Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension.** — Note de M. André Cathiard, présentée par M. Lippmann. — Si l'on présente à une flamme ne contenant aucun corps conducteur solide en suspension deux électrodes quelconques, l'une de surface très petite par rapport à l'autre (section d'un fil ou d'une tige) et toutes les deux reliées à une source alternative à haute tension, on constate le passage d'un courant de même sens, allant à travers la flamme de la grande électrode vers la petite.

Digitized by Google

Le phénomène est très accentué si l'on prend comme petite électrode un conducteur de forme effilée.

Dans ces conditions, il se produit dans la flamme une sorte d'arc très peu lumineux et dont le point de contact sur la grande électrode, qui est positive, est en mouvement.

Les expériences ont porté sur plusieurs sortes d'électrodes et de flammes, hydrogène, alcool, gaz d'éclairage et, en particulier, sur cette dernière obtenue par un bec Meker de 500 l à l'heure, avec électrodes en charbon graphitique. La petite surface était constituée par la section cylindrique d'une baguette de charbon de 5 mm de diamètre. Tensions de 2000 à 10 000 volts obtenues par un transformateur. Fréquence : 40 périodes par seconde. Distance entre électrodes variant de 5 mm à 10 mm, dans le même plan ou dans des plans différents perpendiculaires à la flamme.

Si l'on retirait la petite électrode de la flamme, le phénomène restait le même jusqu'à devenir nul lorsque cette électrode était trop éloignée.

L'intensité moyenne du courant, mesurée par un ampèremètre à cadre mobile, n'a jamais dépassé 0,05 ampère. Au-dessus, il y avait formation d'arc brillant avec transport de carbone solide, et le phénomène cessait.

Des relevés oscillographiques n'ont pas encore été effectués; mais disons de suite, à titre de renseignement, que le courant était suffisamment de même sens pour permettre l'obtention de dépôts galvaniques.

Enfin, pour une distance d'électrodes donnée, si l'on diminuait la tension, l'intensité du courant diminuait, puis le phénomène s'inversait. On était alors retombé dans les expériences de Hanckel [1].

---

*Séance du 13 janvier 1908.*

Pas de communication présentant un caractère électrique.

---

*Séance du 20 janvier 1908.*

**Sur un cas exceptionnel du phénomène de Zeeman.** — Note de M. A. Dufour, présentée par M. J. Violle. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 27 janvier 1908.*

**Action des rayons X sur la plaque photographique.** — Note de M. M. Chanoz, présentée par M. d'Arsonval. —

Voici une expérience mettant en évidence une analogie de plus entre les rayons X et la lumière. (Suit le détail des expériences).

Résultats. — Les principaux résultats obtenus à ce jour sont les suivants :

1° L'opacité du cliché radiographique ne croît pas continuellement avec la durée de l'irradiation. Elle paraît subir des variations, des oscillations que des mesures en cours préciseront.

2° La comparaison des zones du cliché : zone [1] recevant l'irradiation totale, zone [2] correspondant au rayonnement *filtré* par la lamelle d'acier est particulièrement curieuse.

*a.* Pour une irradiation de courte durée, inférieure à 2 minutes, la zone [2] est plus claire que [1]; c'est ce qu'on attendait *a priori*.

*b.* Si la pose plus longue est suffisante, l'opacité de [2] égale l'opacité de [1].

*c.* Pour une plus longue pose (10 minutes dans un essai), la zone [2], *qui reçoit le rayonnement minimum*, est plus opaque que la zone [1], recevant le rayonnement total; la pose croissant toujours, cette apparence persiste pour le sens, mais la différence d'opacité diminue.

*d.* A certain moment, les deux zones paraissent également opaques.

*e.* Enfin, pour des durées d'impression encore plus longues (1 heure 30 minutes, 2 heures dans certains essais), la zone [2] redevient moins opaque que la zone [1].

Remarques. — Si l'on remarque que les faisceaux de rayons X donnant les zones [1], [2] (indépendamment de leur différence *qualitative* résultant du radiochroïsme de la lame filtrante utilisée) diffèrent surtout quantitativement, on ne peut s'empêcher de rapprocher les faits énoncés ci-dessus des résultats remarquables obtenus pour la première fois en France par M. J. Janssen [1] dans la photographie du soleil sur les plaques au gélatino-bromure.

Quand un objet présente des régions à *éclat différent* (en l'espèce le disque solaire et sa couronne), une prolongation de l'action lumineuse amène des changements divers et en particulier le *renversement des images photographiques*.

*a.* Une courte pose (fraction de millième de seconde) donne un *négatif ordinaire* (sur le cliché le disque solaire est plus noir que la couronne).

*b.* Une pose plus longue donne un gris uniforme : c'est le *premier état neutre*.

*c.* La pose croissant encore, le cliché du soleil présente une couronne plus opaque que le disque : le négatif est devenu un *positif*.

*d.* En posant davantage, on retrouve un nouvel état neutre : le *deuxième état neutre*.

*e.* Plus tard, enfin, on obtient à nouveau le rapport normal des opacités : on a un négatif, mais un *négatif du deuxième ordre*.

Ce parallélisme des aspects successifs présentés pour des irradiations croissantes par des clichés radiographiques et photographiques est intéressant. Il laisse supposer une similitude dans la forme des courbes de noircissement des plaques au gélatinobromure d'argent en fonction du temps sous l'action respective des rayons

(1) Verdet, *Annales de Chimie et de Physique*, 1860, etc.; Moreau, *Id.*, 1905; Semenov, *Id.*, 1904.

(1) *Comptes rendus*, 1880, t. XC, p. 1447, et t. XCI, p. 199.

Digitized by Google

lumineux et des rayons de Röntgen. Il peut être invoqué comme un argument de plus en faveur de la nature *lumineuse* (vibrations de l'éther) des rayons X.

---

*Séance du 3 février 1908.*

**Sur un nouveau four électrique à arc, applicable aux recherches de laboratoire.** — Note de MM. Louis Clerc et Adolphe Minet. — Dans le cours de ses études sur la *Lampe Soleil* et sur les fours électriques qui en dérivent (1), l'un de nous avait constaté que la longueur d'un arc jaillissant dans une cavité ménagée au centre d'une masse réfractaire (chaux ou magnésie) atteint plusieurs centimètres pour des constantes électriques moyennes : 40 ampères, 50 volts, notamment.

En reprenant ces expériences, nous avons fait les deux observations suivantes :

1° Pour une force électromotrice constante (50 à 60 volts par exemple), on peut donner à l'arc une longueur *quelconque*, à condition de faire varier la section transversale de la cavité proportionnellement à une certaine puissance (plus grande que l'unité) de la longueur de l'arc, et, en même temps, l'intensité du courant proportionnellement à une autre puissance (plus petite que l'unité) de cette section. Les valeurs de ces puissances correspondent à une température de l'arc sensiblement constante.

2° L'arc étant bien établi, on peut y introduire un creuset en substance réfractaire conductrice (charbon), ou non conductrice (chaux ou magnésie), sans que l'arc s'éteigne, ni que ses constantes électriques se modifient sensiblement.

Nous avons établi, en outre, un four électrique (2) sur ces bases. (Suit la description du four.).

Le creuset est maintenu et dirigé dans l'axe par un support fait d'une substance réfractaire non conductrice (chaux ou magnésie) qui s'appuie sur un bras terminé par une glissière, à vis d'arrêt, pouvant coulisser le long des pieds de l'appareil

Le creuset peut, de la sorte, subir un mouvement ascensionnel et occuper une position quelconque dans l'enceinte, suivant l'écartement des électrodes, qui sont en charbon.

*Observations.* — 1° En employant des puissances électriques de 1 à 2 kw, on peut effectuer, au moyen de ce four, les recherches par voie sèche, à toutes températures, depuis le rouge sombre, le creuset et les électrodes occupant une série de positions, jusqu'à la température de l'arc.

2° La capacité du creuset est suffisante dans tous les cas, puisque, suivant la densité des matières traitées, on peut opérer sur 2 gr à 40 gr de ces matières.

3° Avec des intensités de 30 à 40 ampères, l'arc se maintient malgré l'usure des charbons; on peut, du reste, écarter les électrodes jusqu'à l'extrême limite sans qu'il s'éteigne, et lorsque, après avoir retiré complètement une électrode de l'appareil, on l'y introduit rapidement, *l'arc se rallume à distance*,

4° Le courant dérivé par les parois du massif portées à la température de fusion de la magnésie est insensible.

**Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension.** — Note de M. André Cathiard, présentée par M. Lippmann. — Nous avons vu (1) qu'au moyen d'une flamme, il était possible de ne laisser passer qu'une onde sur deux par période, et pour de faibles intensités, d'un courant alternatif à haute tension. Ce résultat est conforme à ce qu'indique l'oscillographe. L'analyse du phénomène montre qu'il se produit, en ce cas, une véritable *désagrégation de la cathode*.

Sur cette cathode, on aperçoit un point très brillant, avec arrachement de matière, tandis que sur l'anode il n'y a qu'une houppe violacée étalée.

La flamme favorise cet étalement, mais elle a aussi une action désagrégeante manifeste, car si l'on dispose parallèlement et dans un même plan perpendiculaire à la flamme deux électrodes identiques (cylindriques, par exemple), et qu'on immerge l'une d'elles dans la flamme (il s'agit toujours d'une flamme ne contenant aucun corps conducteur solide en suspension), *l'électrode immergée est toujours cathode*.

Si l'on transporte la flamme sous l'autre électrode, celle-ci, qui se trouvait anode, devient immédiatement cathode.

Les expériences peuvent être facilement réalisées avec des électrodes cylindriques en charbon, bien homogènes et à grain serré, surtout pour l'anode.

**Modifications anormales, dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés.** — Note de M. A. Dufour, présentée par M. J. Violle. — Dans une note précédente (2) j'ai montré l'existence du changement magnétique de certaines bandes du *fluorure de calcium*, et signalé en particulier que quelques-unes d'entre elles, quand on observe parallèlement aux lignes de force, se déplacent dans le sens qui correspondrait à des électrodes positifs.

*Le même phénomène se retrouve dans les spectres des autres fluorures et chlorures alcalino-terreux que j'ai étudiés.* Outre les trois fluorures dont M. Fabry (3) avait décrit le spectre en dehors du champ, j'ai étudié les trois chlorures correspondants : chlorure de calcium, chlorure de strontium, chlorure de baryum.

J'ai employé la même technique que dans l'étude du fluorure de calcium; les produits utilisés sont aussi des corps chimiquement purs du commerce.

On constate ici encore que *toutes les arêtes d'un même groupe se comportent de la même manière*. Je donnerai les longueurs d'onde *approximatives* de l'arête la plus intense de chaque groupe de bandes intéressant. La lettre N, dans le tableau suivant, indique que chaque

(1) Louis Clerc, brevet belge, juillet 1881.

(2) La construction du four Clerc-Minet est confiée à la Maison Wiesnegg-Lequeux, de Paris.

(1) *Comptes rendus*, 1908, n° 1, p. 20.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 118.

(3) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 578.

Digitized by Google

arête du groupe présente, parallèlement aux lignes de force, le phénomène habituel. La lettre A signifie que les vibrations circulaires accélérées ont le sens anormal, inverse de celui des courants d'Ampère :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $CaF^2$ . . . . | 605 A | 605 A | | 606 N |
| $SrF^2$ . . . . | 651 A | 655 A | | 660 (?) N |
| $BaF^2$ . . . . | 495 A | 499 A | | 500 N |
| $CaCl^2$. . . . | 618 A | 619 A | 621 N | |
| $SrCl^2$. . . . | 655 A | 656 A | 661 A | 674 N |
| $BaCl^2$. . . . | 514 A | | | |

M. Henri Becquerel (1) attribue les bandes du fluorure de calcium que j'ai étudiées dans ma dernière note à la présence d'impuretés, que l'on constate, en effet, dans la fluorine.

Cette interprétation paraît difficilement applicable aux nouvelles expériences dont je donne aujourd'hui les résultats. Depuis Mitscherlich (2), les spectroscopistes admettent (3) que ces bandes spéciales, que donnent les combinaisons des différents métaux alcalino-terreux avec les halogènes, représentent les spectres de ces composés eux-mêmes, qui ne seraient pas complètement dissociés dans les conditions des expériences.

Or, dans les recherches faites jusqu'ici sur le phénomène de Zeeman, à part, bien entendu, celles de M. Jean Becquerel, on a étudié surtout des spectres de *corps simples*, des raies, par exemple, qu'on retrouve à la même place en étudiant les différents sels d'un même métal. C'est peut-être parce qu'il s'agit maintenant de *spectres de composés*, que les changements magnétiques présentent des caractères différents de ceux que nous sommes habitués à constater. S'il en est ainsi, ces résultats pourront être généralisés encore et la recherche des bandes sensibles au champ pourra contribuer au développement de nos connaissances sur ces spectres de composés dont l'étude est encore peu avancée aujourd'hui.

Je dois dire, en terminant, que je suis redevable d'une part de ces remarques à M. A. Cotton.

**Sur la réduction de l'indigo par voie électrolytique.** — Note de M. Chaumat, présentée par M. A. Haller. — Dans une note parue dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1907, j'ai décrit un procédé nouveau pour la production électrolytique de l'indigo. J'ai cité comme antériorité le procédé de Meister Lucius et Bruning, de 1902.

J'ai appris depuis que Goppelsröder avait déjà réalisé, dès 1882, la réduction de l'indigo par voie électrolytique, par un procédé à la fois différent de celui de Meister Lucius et du mien. Les expériences de Goppelsröder ont été publiées dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* de 1884.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 155.
(2) *Annales de Poggendorff*, t. I, 1864, p. 459.
(3) Kayser, *Handbuch der Spectroskopie*, t. II, p. 219 et 222.

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

382 175. — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Actien-Gesellschaft.** — *Alternomoteur* (23 septembre 1907).

382 150. — **Davis.** — *Système de conducteur électrique destiné aux installations électriques d'éclairage* (21 septembre 1907).

382 167. — **Auvert et Ferrand.** — *Dispositif transformateur de courants alternatifs polyphasés en courant continu* (30 novembre 1906).

382 204. — **De Castro y Lopez et Lapuente Carilla.** — *Rhéostat électrique* (25 septembre 1907).

382 228. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux isolateurs* (25 septembre 1907).

382 257. — **Siemens et Halske Actien-Gesellschaft.** — *Procédé pour la fabrication de filaments en métaux peu fusibles pour lampes électriques à incandescence* (29 septembre 1907).

382 525. — **Brown.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de télégraphes à câbles sous-marins* (10 septembre 1907).

382 458. — **Société industrielle des téléphones, constructions électriques, caoutchouc, câbles, etc.** — *Récepteur téléphonique* (30 septembre 1907).

382 555. — **Regnoux.** — *Appareil destiné à transmettre à distance les images des objets* (10 décembre 1906).

382 590. — **Lehmann.** — *Procédé de régulation automatique de la tension des alternateurs* (6 décembre 1906).

382 405. — **Szek.** — *Perfectionnements apportés aux électrodes de carbone* (28 septembre 1907).

382 428. — **Firme Robert Bosch.** — *Roulement pour l'arbre des appareils magnéto-électriques d'allumage avec pôle à la masse* (30 septembre 1907).

382 499. — **Cook et Sokal.** — *Perfectionnements apportés aux plaques d'accumulateurs électriques* (20 octobre 1907).

382 528. — **Joel.** — *Perfectionnements aux électrodes d'accumulateurs, bains galvanoplastiques et analogues* (4 octobre 1907).

382 518. — **Bonne.** — *Conjoncteur-disjoncteur automatique pour batterie d'accumulateurs* (4 septembre 1907).

382 586. — **Maiche.** — *Perfectionnements aux bobines d'induction* (6 décembre 1906).

382 421. — **Gierse.** — *Clef pour fixer les isolateurs* (30 septembre 1907).

382 452. — **Denieport.** — *Perfectionnements dans la construction des condensateurs électriques* (30 septembre 1907).

382 479. — **Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Électromètre* (2 octobre 1907).

382 480. — **Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Perfectionnements aux appareils de mesure électrique* (2 octobre 1907).

382 481. — **Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Appareils de mesures* (2 octobre 1907).

382 518. — **Octrue.** — *Interrupteur de courant* (5 octobre 1907).

Digitized by Google

382 549. — **Hickley.** — *Perfectionnements aux transformateurs électrolytiques* (30 juillet 1907).

382 575. — **Cervera.** — *Appareil enregistreur de quantités d'électricité consommées* (4 octobre 1907).

382 457. — **Clerc et Minet.** — *Four électrique* (30 septembre 1907).

382 536. — **Hausmann.** — *Perfectionnements dans l'électrolyse des métaux* (27 avril 1907).

382 395. — **Cornu.** — *Perfectionnements dans l'incandescence des lampes électriques* (28 septembre 1907).

382 585. — **Philippe.** — *Lampe électrique à incandescence* (4 octobre 1907).

382 766. — **Jancey.** — *Isolateur* (11 octobre 1907).

382 815. — **Steidle.** — *Commutation automatique* (20 septembre 1907).

382 717. — **Lehman.** — *Indicateur pour machines dynamos* (14 décembre 1906).

382 630. — **Société Ernst Eisemann et C°.** — *Fiche de contact* (5 octobre 1907).

386 641. — **Société Chauvin et Arnoux.** — *Wattmètre* (12 décembre 1906).

382 714. — **Nodon.** — *Lampe électrique* (14 décembre 1907).

382 769. — **Didier.** — *Douille-support pour lampes électriques* (11 octobre 1907).

382 819. — **Jones.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (30 septembre 1907).

382 525. — **Brown.** — *Perfectionnements apportés aux systèmes de télégraphes* (10 septembre 1907).

382 458. — **Société industrielle des téléphones, constructions électriques, caoutchouc, câbles, etc.** — *Récepteur téléphonique* (30 septembre 1907).

382 555. — **Rignoux.** — *Appareil destiné à transmettre à distance l'image des objets* (10 décembre 1906).

382 590. — **Lehmann.** — *Procédé de régulation de la tension des alternateurs* (6 décembre 1906).

382 405. — **Szek.** — *Perfectionnements apportés aux électrodes de carbone* (28 septembre 1907).

382 428. — **Robert Bosch.** — *Roulement pour l'arbre des appareils électro-magnétiques d'allumage* (30 septembre 1907).

382 499. — **Cook et Sokal.** — *Perfectionnements aux plaques d'accumulateurs* (20 octobre 1907).

382 528. — **Joel.** — *Perfectionnements aux électrodes d'accumulateurs* (4 octobre 1907).

382 318. — **Bonne.** — *Conjoncteur-disjoncteur* (4 septembre 1907).

382 586. — **Maiche.** — *Perfectionnements aux bobines d'induction* (6 décembre 1906).

382 421. — **Société Gierse.** — *Clef pour fixer les isolateurs* (30 septembre 1907).

382 432. — **Denieport.** — *Perfectionnements dans la construction des compensateurs électriques* (30 septembre 1907).

382 479. — **Meylan et la Compagnie française des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Électromètre* (2 octobre 1907).

382 480. — **Meylan et la Compagnie française des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Perfectionnements aux appareils de mesure* (2 octobre 1907).

382 481. — **Meylan et la Compagnie française des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Perfectionnements aux appareils de mesure* (2 octobre 1907).

382 610. — **Schwarzwalder.** — *Pile* (5 octobre 1907).

382 518. — **Octrue.** — *Interrupteur de courant* (5 octobre 1907).

382 549. — **Hickley.** — *Perfectionnements aux transformateurs électrolytiques* (30 juillet 1907).

382 575. — **Cervera.** — *Appareil enregistrant les quantités d'électricité employées* (4 octobre 1907).

382 457. — **Clerc et Minet.** — *Four électrique* (30 septembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### INFORMATIONS

**Le Nickel de la Nouvelle-Calédonie.** — Cette Société, constituée en vue d'exploiter de vastes gisements nickelifères situés en Nouvelle-Calédonie, est au capital de 7 millions de francs, divisé en 70 000 actions de 100 fr chacune.

La rémunération des apports a été fixée à 500 000 fr espèces, 10 000 actions entièrement libérées, et 50 000 parts de fondateurs.

La Société a décidé de traiter le minerai sur place et d'exporter le métal. Les mesures ont été prises pour créer à Port-Bouquet une usine de traitement d'affinage.

Le Conseil d'administration est composé de : MM. Jules Prévet, président, vice-président du Conseil d'administration des Mines de Kinta; Albert Gérard, sénateur, maître de forges; Fernand Augustin, ancien directeur de la Banque française pour le commerce et l'industrie; vice-amiral Charles Bayle; général Gustave Niox; Alcide Desmazures, propriétaire, administrateur-délégué en Nouvelle-Calédonie; Raoul Charbonnel, propriétaire; Augustin Sallières, industriel; Charles Niox, ancien agent de la Bangue de l'Indo-Chine, en Extrême-Orient, administrateur-délégué, à Paris.

Les commissaires des comptes sont : MM. Romain de Sèze, docteur en droit, et Georges Magalon, ingénieur, ancien chef du bureau des Mines de la Nouvelle-Calédonie.

### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

**Compagnie parisienne de l'Air comprimé.** — Les actionnaires de cette Compagnie se sont réunis, le 15 novembre 1907, en assemblée générale ordinaire pour prendre connaissance des résultats de l'exercice 1906-1907.

Commençons par dire que ces résultats se sont traduits par un bénéfice net de 6 580 827,74 fr, contre 6 475 291,16 fr pour l'exercice précédent.

En ce qui concerne l'exploitation de l'électricité d'abord, la situation clientèle présente les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Abonnements signés au 30 juin 1907 | 5 650 |
| Abonnés en service | 5 582 |
| Nombre de lampes à incandescence, ramenées à la valeur moyenne de 16 bougies | 295 201 |
| Nombre d'arcs (6147), équivalent en lampes de 16 bougies | 49 176 |
| Nombre de moteurs (1744), équivalent en lampes de 16 bougies | 68 514 |
| Nombre d'ascenseurs (255), équivalent en lampes de 16 bougies | 16 544 |
| Nombre d'appareils de chauffage et applications diverses, équivalent en lampes de 16 bougies | 9 784 |
| Nombre représentatif total en lampes de 16 bougies. | 450 019 |

Digitized by Google

L'air comprimé comprend :

| | |
|---|---|
| Abonnés ayant signé des polices au 30 juin 1907 | 5705 |
| Abonnés en service | 5578 |
| Nombre de moteurs en service (représentant 1546 poncelets) | 788 |
| Nombre d'applications diverses en service | 449 |
| Nombre d'ascenseurs en service (en augmentation de 369 sur l'exercice précédent) | 3165 |

Les horloges comprennent 5691 pendules, 2155 mouvements et 1528 abonnés.

Les canalisations électriques, en fin d'exercice, se décomposent de la façon suivante :

| | Longueur des canalisations en m. | Longueur des câbles en m. |
|---|---|---|
| Circuits de haute tension | 20 408,00 | 40 816,00 |
| Feeders à deux conducteurs de 1000 mm. | 34 875,97 | 69 747,94 |
| Sous-feeders à cinq conducteurs | 25 401,50 | 117 006,50 |
| Sous-feeders à trois conducteurs (Sentier) | 1 903,00 | 5 709,00 |
| Sous-feeders à deux conducteurs | 9 129,45 | 18 258,90 |
| Réseau à cinq fils | 95 057,10 | 475 285,50 |
| Réseau à trois fils (Sentier) | 2 153,90 | 6 461,70 |

Les compteurs électriques appartenant à la Compagnie s'élèvent au nombre de 5552.

Les canalisations pour l'air comprimé comprennent :

| | Longueur en m. |
|---|---|
| Force motrice : Conduites | 324 659,06 |
| Branchements | 125 250,00 |
| Total | 449 869,06 |
| Horloges : Conduites | 61 954,41 |
| Branchements | 6 016,15 |
| Total | 67 970,56 |

Par suite de la nouvelle convention passée avec la Ville de Paris par le Comité de l'Union des Secteurs électriques parisiens, une Société nouvelle s'est constituée, au capital de 50 millions de francs, à la formation de laquelle a pris part la Compagnie parisienne de l'Air comprimé, avec une participation de 24310 actions.

La concession de cette Société nouvelle part du 1er janvier 1914, pour expirer le 30 juin 1940, la période allant jusqu'au 1er janvier 1914, dite transitoire, étant réservée aux différents Secteurs parisiens.

De cette façon, la Compagnie de l'Air comprimé conserve, aux conditions de tarif de la période transitoire, son exploitation propre jusqu'au 1er janvier 1914, et restera participante, avec ses 24310 actions de la Société nouvelle, aux résultats de cette dernière, ce qui a pour effet de prolonger son existence jusqu'au 30 juin 1940.

La situation financière de cette Compagnie se présente comme suit :

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Dépenses de premier établissement (moins amortissements de 1898) | 49 642 716,59 fr. |
| Avances sur travaux | 135 701,05 |
| Compteurs électriques | 698 875,05 |
| Mobilier | 22 276,05 |
| Droits sur actions à recouvrer | 12 946,40 |
| Cautionnements | 528 852,10 |
| Loyers d'avance versés par la Compagnie | 50 525,00 |
| Caisse, banques et reports | 12 556 055,85 |
| Approvisionnements | 847 852,82 |
| Débiteurs divers | 1 229 242,82 |
| Total | 65 285 001,51 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 25 000 000,00 fr. |
| Amortissement du premier établissement | 34 602 357,45 |
| Avances sur consommation | 1 489 947,15 |
| Loyers d'avance reçus par la Compagnie | 3 382,00 |
| Fournisseurs | 849 042,06 |
| Créditeurs divers | 896 805,08 |
| Profits et pertes | 2 443 469,77 |
| Total | 65 285 001,51 fr. |

Sur la proposition du Conseil d'administration, l'assemblée vota les résolutions suivantes ;

*Première résolution.* — L'assemblée générale, lecture faite des rapports du Conseil d'administration et du Commissaire des comptes, approuve, dans toutes ses parties, le rapport du Conseil d'administration, le bilan et les comptes de l'exercice 1906-1907, tels qu'ils sont établis et présentés.

Elle fixe à 4 millions de francs le montant des sommes à consacrer aux dépréciations de l'actif par l'application de l'article 41 des statuts.

Elle a approuvé la répartition suivante faite en conformité l'article 42 des statuts :

| | | |
|---|---|---|
| Le solde bénéficiaire de l'exercice est de | | 2 443 469,77 fr. |
| 5 pour 100 à la réserve légale | 122 173,49 | |
| 6 pour 100 sur le montant des actions | 1 500 000,00 | |
| 10 pour 100 à la réserve pour amortissement des actions | 244 346,98 | |
| 10 pour 100 au Conseil d'administration | 244 346,98 | |
| | | 2 110 867,45 |
| Reste | | 332 602,32 fr. |

à répartir, savoir :

| | |
|---|---|
| 59 pour 100 aux actions, soit | 196 235,37 fr. |
| 41 pour 100 aux parts bénéficiaires, soit | 136 366,95 |
| | 332 602,32 fr. |

Elle décide de ne verser aux actions sur le dividende de 196 235,37 fr que 125 000 fr, et de reporter au crédit d'un compte de réserve pour dividende aux actions 71 235,37 fr.

En conséquence, chaque action recevra 32,50 fr, sous déduction des impôts; chaque part bénéficiaire recevra 21,57 fr, sous déduction des impôts. Le paiement des dividendes aura lieu à partir du 25 novembre.

*Deuxième résolution.* — L'assemblée générale fixe, comme précédemment, la valeur des jetons de présence du Conseil d'administration, pour l'exercice 1907-1908, à la somme globale de 54 000 fr.

*Troisième résolution.* — L'assemblée générale nomme comme Commissaire aux comptes, pour l'exercice 1907-1908, M. Vial, et fixe son allocation à la somme de 2000 fr.

L'assemblée générale désigne, comme Commissaire suppléant, M. Delange, et fixe son allocation à la somme de 200 fr. Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de Commissaire, son allocation serait portée à 2000 fr.

*Quatrième résolution.* — L'assemblée générale donne à ceux des administrateurs qui font partie d'autres Sociétés, les autorisations prévues par la loi de 1867, à raison des affaires qui pourraient être traitées par la Compagnie parisienne de l'Air comprimé avec ces Sociétés. M.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

61 562. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 390 25 Mars 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

## SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Statistique des stations centrales établies en France au 1er janvier 1908. — Exposition d'Électricité de Marseille. — Relevé des exposants. — Exposition rétrospective de l'Électricité. — Les fraudes dans les installations à courant triphasé. — Les réserves de charbon. — L'extraction de l'azote de l'air atmosphérique en Norwège. — L'autobus mixte G. E. M. — Les retraits d'autorisations de dérogation à la loi du repos hebdomadaire . . . . . 121

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements:* Flers. Villefranche-de-Rouergue. — *Étranger :* Augst-Wylen. Bâle. Karlsbad. 124

LE RETOUR PAR LA TERRE DES COURANTS INDUSTRIELS. **F. L.** . . . 125

LES NOUVELLES LAMPES ET LES RECETTES DES STATIONS CENTRALES. **X. G.** 126

PROTECTION DES CIRCUITS A HAUTE TENSION. **E. B.** . . . . . 127

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SUISSE (*Suite*). **A. Z.** . . . . . 132

L'APPLICATION DE LA LOI SUR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL. . . . . 135

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 17 février 1908* : Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur, par **M. E. Doumer**. — Contribution à l'étude du rayonnement calorifique du soleil, par **MM. Millochau** et **C. Féry**. 139

*Séance du 24 février 1908* : Fonctionnement du détecteur électrolytique, influence de la température, par **M. Henri Abraham** . . . . . 141

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 5 mars 1908* : Voitures à transmissions électriques. — Les installations du Sud-Électrique. . . . . 142

BREVETS D'INVENTION. . . . . 142

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblées générales :* Société l'Éclairage électrique. . . . . 143

***Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à*** **M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

***Tout ce qui concerne l'Administration, les abonnements, annonces, etc., doit être adressé à*** **M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

## INFORMATIONS

**Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique établies en France au 1er janvier 1908.** — Nous préparons la *onzième* édition de cette statistique que nous espérons publier prochainement.

Nous serons très heureux à ce sujet de recevoir d'ici au 1er mai 1908 les modifications, corrections ou additions que nos lecteurs voudront bien nous signaler.

**Exposition d'électricité de Marseille.** — MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. — Le Président de la République française,

Vu l'article 4 de la loi du 5 juillet 1836;

Sur le rapport du ministre du commerce et de l'industrie, et d'après l'avis conforme du ministre des finances,

Décrète :

*Article premier.* — Les locaux affectés à l'exposition internationale des applications de l'électricité qui doit avoir lieu à Marseille, du 19 avril au 31 octobre 1908, sont constitués en entrepôt réel des douanes.

*Art. 2.* — Les marchandises destinées à cette exposition seront expédiées directement sur les locaux y affectés sous le régime du transit international ou du transit ordinaire, par tous les bureaux ouverts à ces opérations.

Les expéditions auront lieu sans visite à la frontière.

*Art. 3.* — Le ministre du commerce et de l'industrie, le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal Officiel* et inséré au *Bulletin des Lois*.

**Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908).** — Nous publions une première liste des exposants à Marseille en 1908; ainsi qu'on le verra, les applications les plus diverses de l'électricité s'y trouvent déjà réunies, ce qui est dès maintenant une garantie du succès de l'Exposition.

RELEVÉ DES EXPOSANTS INSCRITS A CE JOUR :

Charbonneaux et Cie, Reims.
Société française des Câbles électriques, système Berthoud, Borel et Cie, Lyon.
Himmelsbach frères, Fribourg.



Digitized by Google

Société anonyme des Établissements Adt, E. Steffan, directeur, Pont-à-Mousson.
Jean Jacquemard, La Ricamarie par Saint-Étienne.
Alfred Soulier, Arcueil.
Geoffroy et Delore, Clichy.
Société générale des Condensateurs électriques, Fribourg.
E. Maljournal et Bourron, Lyon.
Société de l'Accumulateur « Tudor », Paris.
J. Himmelsbach, Fribourg-en-Brisgau.
Alf. Heinz et Cie, Levallois-Perret.
Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (brevets Thury), Genève.
A. Lecoq, Martin et Cie, Genève.
Trétileries et laminoirs du Havre, Paris.
Compagnie française des Accumulateurs électriques « Union », Paris.
Charles Lépine, administrateur délégué de la Société Hydro-Électrique de Fures-Morge et de Vizille, Grenoble.
Société « le Carbone », Levallois-Perret.
Leflaive et Cie, Saint-Étienne.
Marius Jullien, Marseille.
Société Gramme, représentée par M. E. Javaux, administrateur délégué, Paris.
J. Ourse, ingénieur représentant de la Compagnie internationale d'Électricité de Liège, Marseille.
Daverio Henrici et Cie, Marseille.
L. Flesch, ingénieur directeur de la Compagnie Watt, Marseille.
Compagnie générale d'Électricité de Creil, Paris.
Compagnie Électro-Mécanique (concessionnaire pour la France de la Société Brown-Boveri et Cie), Le Bourget.
Alcide Brun, Marseille.
A. Granoux et Cie, Marseille.
E. Oudin, Marseille.
Paul Champion (représenté à Marseille par Deltor et Suzanne), Paris.
Franz F. Conrad, Berlin.
P. Franzini et Cie, Nice.
Anciens Établissements Parvillée, Paris.
Appareillage électrique Grivolas, Paris.
Regina Bogenlampenfabrik, G. m. b. H., Cologne.
Julien-Prosper Gallois, Paris.
Société d'Électricité « Mors », Paris.
Société anonyme des Ateliers de Montreuil, Paris.
Société du Métal Anti-Friction « Glacier », Paris.
Eveno Nolo et Cie, Paris.
E. Legenisel et Cie, fondeurs, Paris.
Bertrand Devèze, Marseille.
Stapfer de Duclos et Cie, Marseille.
Établissements Poulenc frères, Paris.
Société des Carbures métalliques, Paris.
Société d'Électro-chimie (H. Gall, administrateur délégué), Paris.
Leclanché et Cie, Paris.
L. de Seynes, administrateur délégué de la Société française des Produits azotés, Paris.
Société l'Électro-métallurgie de Dives, Paris.
Compagnie universelle d'Acétylène, Paris.
Usines électriques de la Lonza, Gampel.
Société niçoise d'Électrochimie, Plan-du-Var.
Compagnie générale d'Électrochimie de Bozel, Paris.
Badin, directeur général de la Société des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, Salindres.
A. Granoux et Cie, Marseille.
Rousselle et Tournaire, Société anonyme, Paris.
David Perret (Société anonyme), Neufchâtel.
Alexandre Lion, directeur de l'Œuvre maternelle des Couveuses d'enfants, Saint-Mandé.
J. Lacoste et Cie, Paris.
Jacques Drissler, Paris.
Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériels d'usines à gaz, Paris.
Compagnie de Constructions électriques, Issy-les-Moulineaux.
Gaston Roux, Paris.
Courvoisier frères, La Chaux-de-Fonds.
J. Garnier, ingénieur concessionnaire pour la France de la Société anonyme des Ateliers de Mécanique de précision de Territet, Lyon.
Blondel, Paris.
Trub, Fierz et Cie, Hombrechtikon.
Archambault de Veneay, directeur de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur ou de moteurs électriques du Sud-Est, Marseille.
Compagnie anonyme Continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres appareils (H. Lacaze, directeur général), Paris.
Anciens Établissements Parvillée, Paris.
E. Krieg et P. Zivy, Montrouge.
Fonderies d'acier du Midi, Marseille.
Marius Pointud, Marseille.
E. Barthélemy, Marseille.
Max Altman, Marseille.
Lautard et Gaubert, Marseille.
E. Silvan aîné, Marseille.
G. de Rémusat (Liéges agglomérés de Marseille), Marseille.
Albert de Vries, successeur de M. Pascal, Marseille.
Société anonyme A. André fils, Paris.
Pertus Camille, maison Pausu, Marseille.
Société des Usines de la Ramie française (P.-A. Favier et Cie), Entraigues-sur-la-Sorgue.
Friedr. Wieweg und Sohn, Braunschweig.
Auriol, directeur de l'Ecole professionnelle, Aubin.
Barbillon, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, Grenoble.
T. Suzuki, Bordeaux.
Compagnie suisse d'Appareillage électrique, A.-L. Jaume, représentant, Marseille.
J. Kolen, Vienne.
Hermann Wallner, Vienne.
Madame Eugénie Berio, Marseille.
Bouchayer et Viallet, Grenoble.
Loweinstein, Wesseling près Cologne.
Lenner et Salvadori, Rome.
Compagnie électrique de la Loire, Saint-Étienne.
Énergie électrique du Nord, Paris.
Énergie électrique du Centre, Paris.
Établissements Paz et Silva, Paris.
Giros et Loucheier, Paris.
Decome frères et J. Figueras, Marseille.
Société des Établissements Keller Leleu, Paris.
A. Roussel et Rebuffat, Marseille.
Worms et Cie, Marseille.
Charles Teynier, Tunis.
Société industrielle des Téléphones, Paris.
Appareillage Gardy (Société anonyme), Paris.
Société biterroise de Force et Lumière, Grenoble.
Alfred Dinin, Puteaux.
Ernest Schiess, Dusseldorf.
Compagnie générale de Travaux d'Éclairage et de Force, Paris.
Société des Grands Travaux de Marseille, Marseille.
Société lyonnaise d'Applications électriques, Marseille.
Compagnie générale d'Électricité (Société anonyme), Paris.
Compagnie d'Électricité de Marseille, Marseille.
La « Société du Sac », Marseille.
Société du Gaz et de l'Électricité de Nice, Nice.
Sprecher et Schuh, Aaran.
L. Boudreaux, Paris.
Société d'électricité Alioth, Paris.
Hillairet-Huguet, Paris.

Digitized by Google

Société de Construction et de Location d'Appareils de levage, Paris.
Société des Forces motrices du Rhône, Lyon.
E. Arnold, professeur à l'Électro-Institut de l'École supérieure, Karlsruhe.

**Exposition rétrospective de l'électricité à Marseille.** — On organise, à Marseille, une Exposition rétrospective de l'électricité appliquée à l'industrie proprement dite. Le Comité d'organisation de cette exposition serait désireux d'y faire figurer les appareils électriques qui donneraient l'histoire de leur construction, c'est-à-dire les différentes étapes par lesquelles elle a passé, et, à cette occasion, nous signalerons à nos lecteurs cette intéressante initiative, leur demandant de mettre à la disposition du Président du Comité tous les appareils dont ils disposeraient et qui rentreraient dans cette catégorie.

Il est bien entendu qu'il n'en résultera pour eux aucun frais et que les appareils leur seront rendus à la fermeture de l'Exposition.

Les propositions devront être adressées au Président du Comité, 48, *rue de Dunkerque*.

**Les fraudes dans les installations à courant triphasé.** — Dans le cas particulier, assez fréquent en pratique, d'une installation alimentée par un réseau triphasé et comportant à la fois une canalisation à trois fils pour les moteurs et une canalisation à deux fils pour la lumière, chacune d'elles étant munie d'un compteur, il peut se faire, dans certaines conditions de montage, que le compteur de force motrice ne fonctionne pas et que celui d'éclairage marche à l'envers.

M. C. Herz explique dans la *Lumière électrique*, comment ce fait peut se produire, il tient en somme au fort déphasage introduit par le moteur. Il se passe en définitive quelque chose d'analogue au phénomène que l'on observe lorsqu'on mesure la puissance fournie aux bornes d'un moteur triphasé par la méthode des deux wattmètres; souvent l'un des appareils dévie dans le sens positif et l'autre dans le sens négatif. Le mieux, dans ce cas, est de s'assurer, au moment de la pose des compteurs, de la marche de ces derniers et de rectifier les connexions jusqu'à ce que les indications soient convenables.

**Les réserves de charbon.** — On s'est bien souvent inquiété de l'avenir des houillères, et l'on s'est posé la question de savoir ce qu'il adviendrait de l'humanité le jour où tout le charbon des mines serait épuisé. A ce sujet le *Stahl und Eisen* donne les renseignements suivants :

On pourrait encore extraire 280 milliards de tonnes en Allemagne, 193 milliards dans le Royaume-Uni, 25 milliards en Belgique, 19 en France, 17 en Autriche, 40 en Russie et environ 710 millions de tonnes dans le reste de l'Europe.

Dans l'Amérique du Nord on pourrait encore extraire 661 milliards de tonnes.

D'après cette statistique les mines de l'Asie seraient encore plus riches que celles de l'Europe et de l'Amérique réunies; celles de Shansi seules posséderaient encore une réserve de 1 trillion 300 milliards de tonnes. F. L.

**L'extraction de l'azote de l'air atmosphérique en Norwège.** — Le *Bulletin* de janvier de la Société industrielle de l'Est donne à ce sujet les renseignements suivants. La Société *Norsk Hydroelectrisk Kraelstof*, à Nottsden, a entrepris, en participation avec la Société bien connue la *Badische Anilin und Sodafabrik*, de Ludwigshafen, l'extraction de l'azote de l'air atmosphérique d'après le système Birkland-Eyde. En première ligne il s'agit d'une installation d'une puissance d'environ 56 000 kw à Svægfos. Le barrage aura environ 10 m sur 47 m. Le canal supérieur d'amenée sera construit pour un débit de 1000 m³:s. Comme on installera le bâtiment des turbines dans une gorge étroite au pied d'une paroi de rocher, presque à pic, la conduite amenant l'eau aux quatre turbines principales ne sera pas, comme d'habitude, formée de tuyaux mais comportera quatre galeries creusées dans le rocher et se rejoignant avec le tunnel d'amenée horizontal; devant ces galeries se trouveront les entrées de quatre turbines de 9000 kw chacune.

Les arbres horizontaux des turbines seront accouplés directement avec ceux des dynamos. Les turbines, qui sont actuellement les plus grandes et les plus puissantes d'Europe, ont été construites à Heidenheim et la fourniture de la partie électrique répartie entre plusieurs Sociétés de construction. F. L.

**L'Autobus mixte GEM.** — La Société générale d'automobiles électro-mécaniques a mis, dernièrement, au service de la C. G. O. un omnibus mixte, système GEM, pour être expérimenté dans Paris. Cette voiture effectue, à de certains jours et plusieurs fois par jour, divers trajets déterminés parmi les lignes d'autobus actuellement en exploitation, à la grande curiosité du public, accoutumé à ne voir que les autobus à la carrosserie classique.

Les motifs qui ont décidé cette puissante Compagnie à éprouver, en essais d'exploitation, l'omnibus GEM, sont dus au système très spécial de cette voiture.

On sait que le défaut capital des autobus réside dans les chocs provoqués par des nombreux changements de vitesses effectués à l'aide de trains d'engrenages démultiplicateurs. Ces à-coups répétés déterminent une rapide usure des engrenages et des différentes pièces du moteur et de la transmission, et, par ce fait, en un temps relativement court, certains organes sont mis hors d'usage.

Le système GEM permet de supprimer ce mécanisme brutal par un artifice très simple consistant à employer un moteur thermique attaquant les roues arrière en prise directe avec un rapport de démultiplication constant, et à remplacer le volant de ce moteur par un induit de dynamo alimenté par une batterie d'accumulateurs, induit tournant dans la culasse fixe. Ce moteur électrique vient donner les coups de colliers dans les démarrages, les accélérations, et dans l'ascension des fortes côtes, alors qu'en palier, en descente et dans les ralentissements, la dynamo devient génératrice et recharge la batterie. — Les variations de vitesse sont obtenues très simplement en modifiant l'excitation de la dynamo à l'aide d'un rhéostat. Ce système a d'ailleurs été décrit en détail dans ce même journal, et nous ne faisons que rappeler son ingénieux principe. En tout cas, il paraît tout indiqué pour les autobus, grâce à sa souplesse, à son silence et à sa grande simplicité de conduite.

Ajoutons à cela que le système GEM permet la mise en marche automatique du moteur, par la dynamo, de même qu'un brillant éclairage des phares et de l'intérieur de la voiture, ainsi que le démontre l'autobus actuellement en service.

Cette voiture est équipée d'une carrosserie du type des autobus de Londres de 52 places réparties par moitié à l'intérieur et à l'impériale.

Nous avons eu l'occasion de rouler, ces jours derniers, dans l'autobus GEM, et nous avons été très satisfaits de son fonctionnement absolument silencieux et merveilleusement souple.

Le moteur électrique venant en aide au moteur à essence dans les moments difficiles, des démarrages et des fortes côtes, sera peut-être la solution idéale de l'autobus de demain. Enregistrons seulement aujourd'hui le début de cette intéressante voiture à la C. G. O. P. H.

**Les retraits d'autorisations de dérogations à la loi du repos hebdomadaire.** — Le Conseil d'État vient de rendre

Digitized by Google

une décision à propos du repos hebdomadaire qui intéressera les industriels électriciens; nous n'avons pas hésité à la reproduire étant donné son importance.

Un arrêté du préfet des Deux-Sèvres avait autorisé **M. M...**, commerçant à Niort, à donner à son personnel le repos hebdomadaire par roulement. L'intéressé ne profita pas longtemps du bénéfice qu'il avait réclamé et obtenu. Un nouveau préfet avait été nommé à Niort; et, sous prétexte de modifications à l'état de fait et aux circonstances particulières sur lesquelles s'était fondé l'arrêté de dérogation, ledit arrêté fut rapporté, à la date du 31 août 1907.

**M. M...** introduisit devant le Conseil d'État une requête tendant à l'annulation du nouvel acte préfectoral, et la haute assemblée vient d'admettre ses conclusions par des motifs qu'il est intéressant de relater. La décision spécifie que le préfet ne peut rapporter un arrêté antérieur de dérogation qu'après avoir appelé l'intéressé à fournir ses observations et après avoir fait procéder à l'instruction préalable prescrite pour les demandes primitives de dérogation. Ce sont là des garanties pour les commerçants qu'il importait de leur maintenir. (*Conseil d'État*, mars 1908.)

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Flers (Orne).** — *Éclairage.* — Une compagnie locale a résolu récemment de s'éclairer à la lumière électrique et a décidé la construction à ces fins d'une importante usine.

A ce sujet, nous croyons savoir qu'un accord est sur le point de se faire entre la Compagnie et la municipalité, relativement à l'éclairage public. L'énergie nécessaire serait, nous dit-on, fournie moyennant paiement des quelques travaux d'installation destinés à assurer la canalisation du courant.

**Villefranche-de-Rouergue (Aveyron).** — *Éclairage.* — Nous apprenons qu'un contrat vient d'être passé entre la municipalité de cette ville et M. Vergnes, de Castelpers, agissant pour le compte d'une société financière. La durée de la concession sera de 40 ans et les travaux dureront un mois au plus. Les avantages faits à la ville sont : cession d'une force de 30 kilowatts pour l'éclairage public et celui des bâtiments communaux, théâtres, écoles, etc., y compris l'hospice et l'hôtel-Dieu. L'installation d'un réseau en ville pour l'éclairage public sera gratuite; on fera des prix de faveur pour les immeubles communaux.

A l'expiration de la concession, retour à la ville de l'usine électrogène, des canalisations et des installations tant en ville que dans les localités voisines éclairées par la même usine.

L'éclairage public sera assuré par 50 lampes à arc d'un pouvoir éclairant de 300 bougies, installés sur les boulevards, par 75 lampes Z ou d'un type analogue donnant 65 bougies, à placer dans les grandes artères, et 180 lampes même système, de 40 bougies, disposées au milieu des petites rues de la ville.

Les particuliers aussi pourront s'éclairer à la lumière électrique, et voici dans quelles conditions :

L'énergie destinée à l'éclairage sera vendue aux particuliers, soit au compteur, soit à forfait.

1° Au compteur, 0,65 fr par kw-h;

2° A forfait, 10 centimes par bougie et par mois, pour une lampe de 10 bougies et au-dessus, et 0,20 fr pour les lampes de 5 bougies, en comptant qu'il est fait usage des lampes au filament de carbone.

En effet, la découverte toute récente de lampes pourvues d'un filament spécial, en métal rare, tel que le tantale, le tungstène ou le wolfram, permet d'obtenir la même intensité lumineuse avec une consommation réduite de plus d'un tiers. Un rabais sensiblement proportionnel à la réduction obtenue est fait au consommateur employant ces lampes. En sorte qu'une lampe de 25 bougies de ce type spécial ne paiera qu'environ 60 pour 100 du prix que paierait une lampe au carbone de même intensité lumineuse, soit 2,85 fr au lieu de 4,75 fr par mois.

La ville se réserve, en outre, le droit de faire profiter les abonnés d'un nouveau rabais, si la science découvrait une lampe d'une dépense moindre, tout en ayant le même pouvoir éclairant, ce rabais calculé sur l'économie de l'énergie.

Quant à l'énergie destinée aux moteurs, elle sera vendue suivant un tarif dégressif dont le terme extrême est de 0,22 fr le kw-h.

Enfin, le concessionnaire verse un cautionnement de 10000 fr inaliénable pendant 40 ans, comme garantie de la bonne marche de l'exploitation.

Quant à dire comment sera produite l'énergie, moteur à gaz pauvre, à vapeur ou hydraulique, rien n'est décidé, du moins jusqu'à présent.

M. Vergnes a, toutefois, donné sa parole que le gaz pauvre était définitivement écarté, que la vapeur n'avait qu'une chance sur cent, et que, très probablement, l'usine serait hydraulique.

### ÉTRANGER

**Augst-Wylen (Suisse).** — *Station centrale.* — Trois importantes usines vont être construites sur le Rhin, entre Rheinfelden et la frontière alsacienne-badoise, pour l'alimentation en courant électrique de la ville de Bâle, de ses environs et de la rive badoise du Rhin. L'une d'elles, la plus en amont, utilisera une chute d'eau de 8,40 m de hauteur maximum, pouvant faire débiter à cette station une puissance totale de 22500 poncelets; elle sera créée par un seuil fixe en maçonnerie surmonté d'un barrage mobile à dix vannes en fer, ayant une ouverture totale de 175,50 m. A chaque extrémité de ce barrage, sur les deux rives suisse et badoise, seront installées des stations centrales semblables, comprenant chacune, avec les machines de réserve, dix turbines horizontales d'une puissance maximum de 1500 poncelets tournant à 100 tours par minute et actionnant directement des alternateurs, plus deux turbines d'excitatrices de 400 poncelets.

Les deux stations hydro-électriques complémentaires seront placées, l'une à l'embouchure de la Birse, l'autre un peu au-dessous de Birsefelden, à Petit-Huningen, et auront chacune une puissance d'environ 11500 poncelets.

Le devis de la partie suisse de la première station de Augst-Wylen est de 9 600 000 fr, soit 727 fr par kw.

**Bâle.** — *Distribution d'énergie.* — On annonce qu'il vient de se constituer à Bâle, sous la raison sociale Kraft Werke Laufenberg, une Société anonyme ayant pour but l'achat et l'exploitation de la concession pour l'utilisation des forces motrices du Rhin, obtenue en commun par les Felten et Guillaume Lahmeyer Werke, de Muelheim-sur-Rhin, et la Schweizerische Druckluft und Electrizitaets Gesellechaft, de Berne. La nouvelle Société se propose d'utiliser une puissance hydraulique de 37500 poncelets. Le capital a été fixé à 18 millions de fr, dont 9 millions de fr en actions ordinaires et 9 millions en actions de préférence. En outre, la création de 12 millions de fr d'obligations est prévue.

**Karlsbad (Bohême).** — *Moteurs électriques.* — Il paraîtrait que le conseil municipal de Karlsbad (Bohême) a voté un crédit de 15500 francs pour l'achat de plusieurs moteurs électriques.

Digitized by Google

## LE RETOUR PAR LA TERRE DES COURANTS INDUSTRIELS

L'*Annuaire de l'Association suisse des électriciens*, de 1907, contient l'intéressant rapport suivant de sa Commission de retour par la terre, Commission présidée par M. de Montmollin, directeur de l'usine électrique de Lausanne, et dont le rapporteur est M. le professeur Dr Wyssling.

La Commission avait décidé, en octobre 1904, d'étudier autant que possible, et dans son ensemble, au moyen d'essais, la possibilité du retour des forts courants industriels par la terre et de commencer par le courant continu pour finir par des essais avec le courant alternatif.

Elle avait en vue d'étudier, par des observations, les influences exercées sur d'autres installations; avec le courant continu, en particulier, celle sur les signaux de chemins de fer, surtout sur les installations du Block-system et des horloges électriques, ainsi que celles sur les télégraphes et les téléphones, qui cependant, autant qu'on pouvait le prévoir, n'entraient sérieusement en considération qu'avec le courant alternatif. Elle décida, vu l'offre généreuse de l'usine électrique de Lausanne, parvenue par l'entremise de M. de Montmollin, de commencer avec des essais sur le transport à courant continu à intensité constante de 150 A (avec 24000 V en charge) existant entre Saint-Maurice et Lausanne.

Ces essais ont dû, par suite de diverses circonstances, être renvoyés en 1906.

Le directeur de l'usine de Lausanne a d'abord, en tenant compte des expériences acquises par la Compagnie de l'Industrie électrique, au moyen d'essais préalables, organisé les installations en vue des expériences relatives à la première question : Comment doivent être construites les mises à la terre, et quelles constructions se montrent les plus avantageuses?

L'usine de Lausanne fit construire à grands frais, d'après ses propres dispositions, diverses terres à Bex (près de Saint-Maurice) et à Belmont-sur-Paudex (près de Lausanne), avec lesquelles il fut procédé, par MM. de Montmollin et Landry, à des essais préalables; puis, le 1er juillet 1906, par la Commission entière, à des essais et mesures qui donnent en même temps des résultats provisoires au sujet de la deuxième question principale, relative à la répartition du potentiel dans le terrain.

M. le professeur Landry se chargea des calculs et, en même temps, se donna la peine de rédiger des procès-verbaux exacts; les deux travaux réunis forment un rapport spécial complet.

Attendu que la nature du terrain n'était pas propice à des mesures exactes concernant la répartition du potentiel, il fut entrepris près de Bex, où les mises à la terre étaient plus favorables, des essais plus précis, joints en même temps à des mesures d'orientation relatives aux perturbations occasionnées aux installations à faible courant. Sur la demande de la Commission, la Direction suisse des télégraphes s'est déclarée disposée à autoriser son délégué, M. le Dr Reding, à faire le nécessaire en ce qui concerne les lignes et appareils fédéraux; la Direction générale des chemins de fer fédéraux a, de même, accordé sa collaboration en la personne de l'inspecteur en chef des télégraphes, M. Frey, membre de la Commission. La Commission invita à prendre part aux essais MM. de Nerville, ingénieur en chef des télégraphes de l'État français, et Harlé, membre de la Commission française qui s'occupe de la même question et qui lui a, en son temps, communiqué ses résultats provisoires. Ces messieurs ont envoyé M. l'ingénieur des télégraphes Maraux pour assister aux essais qui eurent lieu près de Bex, le 2 septembre.

Les résultats principaux des essais sont, jusqu'à présent, les suivants :

1° Il est possible, avec des moyens relativement simples et à peu de frais, d'établir, même dans des terrains peu favorables, des mises à terre pour des courants de cette nature (dans le cas présent 150 A) qui satisfont à toutes les conditions et en particulier ne présentent pas une trop grande résistance au passage. (Les terres utilisées pour les essais se composaient, aux deux endroits, chacune de 3 groupes de 6 terres isolées, disposées en un hexagone régulier, donc de 18 en tout; ces dernières étaient composées, à leur tour, partie en tuyaux en fonte, partie en toiles métalliques en fer, entourées de débris de coke ou de fer, partie avec de la chaux. A Lausanne, elles se trouvaient placées dans un sol marneux sur fond rocheux, et à Bex dans le fond sablonneux et graveleux des alluvions du Rhône.) La résistance de passage de ces terres était, d'après les mesures de tension effectuées à chaque endroit, de moins de 0,5 ohm.

2° En faisant abstraction des dimensions ou du nombre des diverses terres, la nature de leur construction n'a que peu d'influence sur leur conductibilité. Mais la façon de les construire aurait vraisemblablement pour conséquence une influence considérable sur leur durée, ce qui ne peut naturellement être contrôlé qu'après un assez long laps de temps.

3° Ces genres de terres n'offrent, avec le courant continu, aucun danger pour les personnes se trouvant dans leur voisinage. La différence de potentiel entre le fil de terre et le terrain environnant se maintient, avec des intensités de l'ordre de celle mesurée (150 A), pour du courant continu, dans les limites générales et approximatives telles (par exemple, jusqu'à 2 m de distance, à peu près entre 35 et 45 V) que le fil de terre peut être en tout temps touché sans inconvénient par les observateurs placés sur le terrain. Sur le terrain avoisinant, la différence de potentiel par mètre courant ne dépassait pas,



Digitized by Google

même à proximité immédiate des fils de terre, 10 volts environ.

4° La résistance principale du circuit total de retour par la terre se trouve naturellement dans les résistances de passage des deux mises à terre elles-mêmes, dans ce sens que la chute de potentiel est relativement grande dans le voisinage de ces derniers, et très faible dans la partie principale du parcours du transport. D'un total d'environ 210 v (dans les premiers essais exécutés, il y a quelques années, par M. Thury, il y avait, à cause de plus mauvaises terres, environ 500 v), que l'on perd avec le retour par la terre entre le fil de terre de Bex et celui de Lausanne avec 150 A, il faut déduire environ $2 \times 40$ v pour les deux terres elles-mêmes et les terrains qui les entourent, dans un rayon de 10 m environ; en outre, $2 \times 45$ v pour les parages plus éloignés des deux terres, jusqu'à environ 100 m de distance, et il reste approximativement 40 v pour le parcours du transport, qui mesure, en ligne droite, à peu près 40 km.

Il faut attribuer 1/3 de la résistance totale de ce circuit de retour, qui reste en dessous de 1,5 ohm, aux terres elles-mêmes, une valeur égale pour les parties du tracé, longues d'environ 100 m, se trouvant dans le voisinage de ces dernières, et à peine 1/6 pour le grand parcours.

Il ressort de ce qui précède que l'avantage de ce transport augmente avec la distance, vu que la résistance de passage à la terre ne s'accroît pas, tandis qu'elle entre en ligne de compte pour les courtes distances. Pour Lausanne–Saint-Maurice, par exemple, où la résistance d'un des deux conducteurs s'élève à 6,4 ohms, celle du retour par la terre à 1,4 ohm, en couplant le second conducteur en parallèle avec le premier, comme conduite d'aller avec retour par la terre, la résistance totale actuelle de 12,8 ohms s'abaisse à $3,2 + 1,4 = 4,6$ ohms, et la perte à 50 pour 100 de la perte actuelle.

Ces résultats provisoires ne sont pas entièrement nouveaux et se laissaient en partie prévoir. Mais les constatations dues aux expériences faites avec des exploitations industrielles et la fixation de chiffres plus précis sont sûrement utiles en beaucoup de cas et à beaucoup de personnes.

5° En ce qui concerne l'influence sur les installations à courant faible, il a d'abord été question pour le courant continu de la valeur de la chute de potentiel spécifique dans la terre. Il ne fut pas fait, de prime abord, d'observations sur les dérangements occasionnés aux appareils à courant faible se trouvant en service. Par contre, il fut exécuté des essais par M. l'inspecteur en chef des télégraphes Frey, sur les instruments intercalés dans les installations télégraphiques des chemins de fer fédéraux sur le parcours Villeneuve, Bex, Saint-Maurice, Monthey, Bouveret. Ces instruments mesuraient les courants terrestres et se prêtaient à la détermination des différences de potentiel du terrain. Les observations faites pendant les essais avec le retour du courant fort par la terre, ont révélé le passage de certains courants à travers les dits appareils télégraphiques, dont les indications variaient entre 5 et 15 milliampères, ainsi que des différences de potentiel spécifique de la terre d'environ 0,6 à 2,2 v par km; ce dernier chiffre, relevé à une distance moyenne approximative de 2,5 km de la mise à la terre du courant fort, est le plus élevé pour la ligne Bex-Saint-Maurice. Ces chiffres s'accordent avec les observations faites sur le courant fort qui ont indiqué, à environ 500 m de la mise à terre, environ 4 v par km, et pour le grand parcours (sans tenir compte des zones entourant ce dernier) environ 0,3 v par km. M. l'inspecteur en chef Frey considère que les courants et chutes de potentiel constatés rendent l'exploitation des appareils de Block-system des chemins de fer fédéraux avec retour par la terre impossible, et dérangent les télégraphes. Cependant, il y aura lieu de revoir la question, attendu que, dans les installations des tramways des villes, il se produit, pendant l'exploitation, des tensions pareilles et même plus grandes dans le terrain.

On doit, en particulier, encore attendre le rapport de M. le Dr Reding, au sujet de ses essais parallèles et ultérieurs sur les appareils à faible courant.

F. L.

---

## LES NOUVELLES LAMPES

### ET LES RECETTES DES STATIONS CENTRALES

Les perfectionnements récents réalisés dans la constitution des filaments des lampes à incandescence tendent à diminuer l'écart par trop considérable entre l'effet lumineux et l'énergie nécessaire pour produire cet effet.

Ce progrès aura-t-il un retentissement favorable ou défavorable sur les recettes et bénéfices d'exploitation des stations centrales? Il est évident que la réponse se ramène à une question de tarif; mais précisément, dans beaucoup de cas, les tarifs sont à l'heure actuelle fixés pour une longue période, soit par les contrats de concession, soit par les polices d'abonnement.

Les stations centrales des villes importantes semblent n'avoir pas sujet de s'inquiéter. Pour attirer la clientèle, elles assouplissaient leur prix de vente en fonction de la durée de l'éclairage, de sa quantité, et du moment où il est utilisé. La réduction du débit électrique des nouvelles lampes fera baisser la recette opérée sur quelques abonnés; mais, d'autre part, elle attirera une catégorie nouvelle de clients qui ne pouvaient profiter des avantages des tarifs variés. Ce sont les petits clients, petits boutiquiers, modestes particuliers, nombreux dans les grandes villes, qui fourniront un appoint considérable de recette.

Les stations centrales des petites villes et villages sont à l'égard de la clientèle dans une situation différente. Il est à craindre que pour les exploitations dont les recettes annuelles s'étendent entre 3000 et 40 000 fr, la diminution

Digitized by Google

de l'énergie absorbée par les lampes récentes ne réduise la vente du courant dans une proportion fâcheuse.

L'énergie requise par les lampes au tantale, à l'osmium, au tungstène, descend pratiquement aux deux tiers de celle requise par les lampes ordinaires, 2 watts environ par bougie, au lieu de 3,2 watts à 3,5 watts. Ici, bien que le prix de la marchandise ou du service rendu diminue, la consommation n'augmentera pas, en dépit du dogme du catéchisme économique. On doit, en effet, considérer que les petites stations centrales atteignent assez rapidement leur développement; la clientèle est limitée, le budget domestique de cette clientèle, limité aussi, est âprement défendu. Lorsque les locaux principaux, magasin ou habitation, sont pourvus de l'éclairage strictement nécessaire, ce n'est que très difficilement, quel que soit l'abaissement du prix du courant ou l'économie réalisé par les lampes, que l'exploitant peut placer de nouveaux foyers. Le consommateur profite de l'économie, tant mieux pour lui; mais l'exploitation? Il ne suffit pas de dire tant pis pour elle; car, d'après les chiffres que nous avons sous les yeux, nous prévoyons pour certaines petites centrales le moment où la recette brute équilibrera péniblement les *dépenses fixes*. Viennent des lampes à 1 watt et moins par bougie, l'équilibre sera rompu. Sous menace de ruine, l'exploitation devra relever le prix de l'énergie. — Si elle est liée avec ses abonnés par ses polices, ou avec la Ville par son contrat de concession, comment fera-t-elle?

Les exploitations en création devront prudemment stipuler dans leurs contrat et police qu'au-dessous d'une puissance déterminée par lampe d'un pouvoir éclairant donné, le tarif de l'énergie sera relevé, si l'abonné ne souscrit à un minimum de consommation annuelle.

Les exploitations anciennes qui ne sont pas astreintes à un tarif fixe par leur contrat de concession feront bien d'introduire une réserve dans le sens indiqué, lors du renouvellement des polices. X. G.

## PROTECTION DES CIRCUITS A HAUTE TENSION

L'Angleterre est, au point de vue de la rareté des grands orages, et comparativement aux continents européen et américain, un pays privilégié. Peu nombreuses et importantes sont également chez elle les sources de force motrice hydraulique favorables au développement des transports d'énergie électrique sous haute tension. Aussi la question de protection des lignes de transmission correspondantes y a-t-elle peu sollicité l'attention. Les perturbations statiques sur les systèmes de câbles souterrains de grande capacité y ont cependant provoqué des études d'ordre analogue, et nous sommes heureux d'enregistrer aujourd'hui une toute récente communication faite sur ce double sujet par M. Peek à l'*Institution of Electrical Engineers*.

A propos des perturbations « statiques » occasionnées par les manœuvres courantes de commutation, de mise en court circuit ou à la terre, aussi bien que par la foudre, ou de toute autre manière, mais avec très brusque et très grande variation de potentiel, l'auteur rappelle, en même temps que leur nature oscillante, un de leurs effets les plus connus, qui est tout d'abord la concentration de la tension sur les spires extérieures des enroulements dans les appareils électriques. Cette concentration première, qui disparaît d'ailleurs, par égalisation, au fur et à mesure que se chargent les spires sous-jacentes et avec elles la capacité dont elles font, en somme, partie, n'a pas pour effet de déterminer une mise à la terre; mais elle tend à produire des courts circuits entre spires voisines, et c'est là une des causes les plus fréquentes de dérangement dans les appareils à haute tension.

L'auteur rappelle ensuite, toujours comme entrée en matière, le phénomène ainsi expliqué des ondes réfléchies de potentiel : Si, après avoir été complètement chargé, un condensateur est ensuite déchargé à travers une réactance, l'intensité de son courant de décharge croit jusqu'à complète décharge, l'énergie totale que contenait le condensateur étant entièrement emmagasinée dans la réactance. Mais cette énergie ne peut rester ainsi emmagasinée, et la réactance commence à se décharger, à son tour, dans le condensateur qui se recharge, mais en sens inverse, à son potentiel originel. Ledit condensateur ne peut cependant pas davantage rester chargé, et il se décharge de nouveau dans la réactance, de telle sorte que la charge oscille ainsi entre la réactance et le condensateur jusqu'à ce qu'elle s'épuise en perte ohmique et en fuites. Si, d'autre part, un condensateur étant à l'état neutre, on le charge, à travers une réactance, au moyen d'une ligne maintenue à potentiel constant, le courant passe au condensateur avec une intensité croissante qui est maximum quand le condensateur atteint la tension de la ligne. Le courant à travers la réactance ne peut cependant pas cesser, et il continue à s'écouler au condensateur jusqu'à ce que celui-ci soit chargé au double de la tension de la ligne; mais, ne pouvant pas non plus rester à ce potentiel double, il se décharge à son tour dans la ligne à travers la réactance, et sa tension continue à osciller entre zéro et le double de la tension de la ligne jusqu'à ce qu'il reste finalement au potentiel de celle-ci. Il est ainsi possible d'obtenir dans un condensateur une tension double d'une tension originelle, en chargeant ce condensateur à travers une réactance.

Une ligne de transmission se compose de condensateurs et de réactances en série. Si une ligne non chargée est reliée par une de ses extrémités à une source à potentiel constant, il y passe une charge qui se propage à un certain taux dépendant des constantes de cette ligne. Arrivée à l'extrémité libre de la ligne, elle ne peut aller

Digitized by Google

plus loin; mais, par suite de l'inductance du circuit, elle croit jusqu'à porter l'extrémité de la ligne à un potentiel sensiblement double; cependant cette extrémité libre ne peut elle-même rester à ce potentiel double, et la charge se réfléchit alors en arrière le long de la ligne qui se trouve portée à un potentiel double. L'onde suivante réduit celui-ci au potentiel de la ligne, et l'onde réfléchie au potentiel zéro. La ligne oscille ainsi du potentiel zéro au potentiel double de celui de la ligne jusqu'à ce qu'elle arrive finalement à l'état de repos au potentiel de la ligne.

Pour donner une onde réfléchie et une augmentation de potentiel, il n'est pas nécessaire que la ligne soit en circuit ouvert. S'il existe, en effet, à l'extrémité de la ligne principale, une ramification douée d'une capacité inférieure à celle de la ligne en question, cette ramification ne peut absorber la charge aussi vite qu'elle arrive au point de jonction, et il en résulte une élévation de potentiel. Chaque ligne possède une période naturelle d'oscillation, et, si la fréquence du générateur est telle qu'elle augmente la grandeur de l'oscillation, il y a résonance et il n'existe, pratiquement, aucune limite à la tension qui peut en résulter. Heureusement, la fréquence d'oscillation d'une ligne de transmission est tellement élevée qu'il y a très peu de chance de résonance avec la fréquence du générateur. Sur de très longues lignes, cependant, il y a possibilité de résonance avec certains harmoniques d'ordre supérieur; aussi est-il très désirable que le générateur puisse fournir une onde de f. é. m. de forme aussi voisine que possible d'une sinusoïde.

On peut dire que les perturbations statiques ci-dessus décrites sont causées par des actions internes; mais les efforts les plus rudes auxquels est exposé un appareil sont dus à la foudre, et il est évident, d'après ce qui précède, que, abstraction faite de l'origine des perturbations statiques, les appareils électriques des systèmes de transmission sont menacés par deux dangers au moins : 1° concentration de potentiel sur les enroulements terminaux, concentration qui donne lieu à des courts circuits entre spires adjacentes; et 2° excès de tension entre fils et sol, d'où mise à la terre en dépit de tous isolateurs et supports ou à travers l'isolant.

Il y a deux moyens de prévenir les troubles dus à la première cause : *a*, on peut isoler les enroulements terminaux de manière à leur permettre de supporter les efforts en question; on a souvent recours à cette méthode, mais elle est toujours coûteuse et très difficile à appliquer sur certains types d'appareils; *b*, on mettre les enroulements à l'abri d'une brusque variation de potentiel. Quand il s'agit de commutation, on peut parer au danger en fermant le circuit sur une résistance ou à l'aide d'autres dispositions; mais le remède le plus efficace, pratiquement applicable à tous les cas, consiste à introduire des bobines de réaction entre les appareils et les lignes sur lesquelles se manifestent des perturbations statiques. Le choc est ainsi reçu par ces bobines, qui peuvent être assez bien isolées pour y résister, ou qu'il est, en tout cas, facile de réparer ou de remplacer. Ce procédé revient, en somme, à mettre les spires terminales extérieurement aux appareils, ce qui laisse toute place pour l'isolement. On voit, sur la figure 1, l'effet

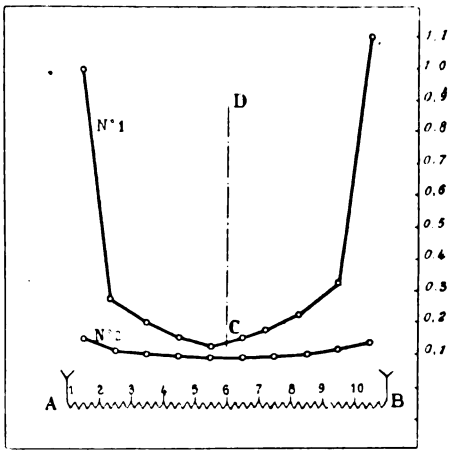



Fig. 1. — Courbe montrant l'action protectrice des bobines de réaction. (L'axe du transformateur est en CD.)

d'une bobine de réaction au point de vue de la réduction des efforts de tension sur les spires terminales d'un transformateur. Les tensions entre différents nombres de spires au voisinage de la ligne y sont indiquées avec (n° 1) et sans bobine de réaction (n° 2).

Pour prévenir les accidents dus à la seconde cause, c'est-à-dire la chute d'une haute tension à la terre, on a recours au parafoudre, qui offre aux décharges statiques un passage à la terre de résistance inférieure à celle de l'isolement de la ligne de transmission ou des appareils qui y sont reliés. Les conditions auxquelles doit satisfaire un bon parafoudre sont en opposition les unes avec les autres : tout en offrant un passage facile à la terre, il doit, en même temps, résister à la tension réfléchie de la ligne, et, quand une décharge se produit, être capable de rompre ou de supprimer l'arc qui la suit. Tous les parafoudres, à l'exception de ceux à jet d'eau, consistent en un intervalle d'air, au moins, en série avec un dispositif de suppression d'arc. Les parafoudres pour courants alternatifs comportent souvent un très grand nombre de ces vides ou intervalles d'air.

*Parafoudre à cornes.* — Ce parafoudre, dit aussi *parafoudre Siemens*, et son mode de fonctionnement sont trop connus pour exiger une description. Il offre le double avantage d'être bon marché et de pouvoir s'installer à l'extérieur. Ce qu'on peut lui objecter, c'est le temps mis par l'arc pour se rompre : en effet, comme celui-ci constitue un court circuit dans le système, il amène le décrochage des appareils synchrones. Pour y parer, on a coutume aujourd'hui d'intercaler une résistance élevée en série sur ce parafoudre, de manière à limiter le courant de court circuit; mais alors cette résistance retarde la décharge statique. Ce parafoudre exige une résistance en série beaucoup plus élevée que certains autres types.

Digitized by Google

*Parafoudres, sans formation d'arc, à intervalles multiples.* — Wurts a découvert que certains métaux avaient la propriété de supprimer les arcs alternatifs. Le parafoudre dont il est ici question consiste en un certain nombre de petits cylindres ou rouleaux métalliques de ce genre séparés par des intervalles d'air de 0,8 mm (fig. 2). On multiplie assez les intervalles entre la ligne

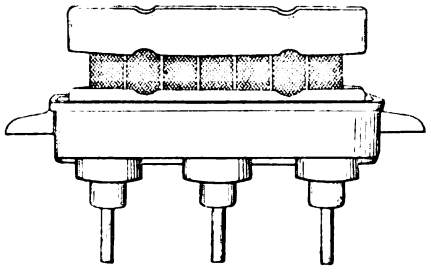


Fig. 2. — Parafoudre unitaire en métal prohibitif d'arcs.

et la terre pour empêcher toute formation d'arc susceptible de se produire à la suite d'une décharge statique. Ce parafoudre a donné de très bons résultats sur des circuits à 2000 volts et a même été incidemment appliqué à des tensions atteignant 15000 et 20000 volts. On a cependant reconnu que, pour de grandes installations génératrices et notamment avec de hautes tensions, ces parafoudres n'empêchaient pas toujours la formation d'arcs, ou du moins qu'ils exigeaient pour cela un nombre énorme d'intervalles d'air. Thomas a reconnu que, pour prévenir toute formation d'arc à un parafoudre, il fallait limiter l'intensité du courant après son fonctionnement. Il vint alors immédiatement à l'idée d'interposer une résistance ohmique en série avec les intervalles d'air; mais sur les circuits à haute tension, l'insertion d'une résistance suffisante pour empêcher la formation d'arcs au parafoudre augmentait énormément la résistance offerte par celui-ci aux décharges statiques. Il reconnut, cependant, que cette résistance du parafoudre aux décharges statiques pouvait être considérablement réduite par l'emploi d'un grand nombre de vides et d'une résistance en série relativement faible et par la mise en dérivation d'une partie des vides avec une résistance ohmique. Il a donné à cette disposition le nom de parafoudre « à faible équivalence ». Elle est représentée dans son ensemble sur la figure 3. Voici comment fonctionne ce parafoudre : Il comprend environ deux fois autant d'unités d'intervalles qu'il en faut pour résister à la tension de la ligne. En l'absence de décharge, le potentiel du sol s'élève jusqu'au milieu de la série; il n'y a ainsi entre la ligne et le sol que la moitié du nombre total des vides. S'il y a, au contraire, excès de potentiel sur la ligne, les vides non shuntés sont les premiers franchis, de sorte que le potentiel total se reporte sur les vides shuntés qui cèdent alors. L'arc formé à travers les vides shuntés est cependant très instable et se souffle rapidement, ce qui laisse passer le courant par la résistance en dérivation; mais les vides non shuntés se trouvent alors en série avec cette résistance en dérivation et celle en série, de sorte que le courant qui y passe est très faible et l'arc est promptement éteint. Bien que les deux séries de vides ne cèdent pas en même temps, l'action totale n'en est pas moins très rapide et paraît instantanée. Ce parafoudre a eu un très grand succès et son principe, diversement modifié, est aujourd'hui couramment appliqué dans tous les parafoudres du type à intervalles multiples.

L'objection à laquelle donne lieu le parafoudre à multiples intervalles consiste en ce que, pour de hautes tensions, il faut augmenter le nombre de vides hors de toutes proportions avec cet accroissement de tension pour résister à celle de la ligne et empêcher la formation d'un arc au parafoudre. On a reconnu aussi que le nombre des vides variait considérablement suivant les circuits, et l'on a finalement trouvé que cette différence tenait à la situation du parafoudre par rapport aux objets placés sur le sol. Voici comment on croit pouvoir expliquer ce qui se passe :

Quand le potentiel du sol arrive près du parafoudre, la hausse de tension dans les vides au voisinage de la ligne devient si forte que l'air séparant les cylindres est ionisé et le potentiel de la ligne s'avance progressivement vers l'extrémité du parafoudre mise à la terre jusqu'à ce qu'il n'y ait plus assez de vides pour résister à

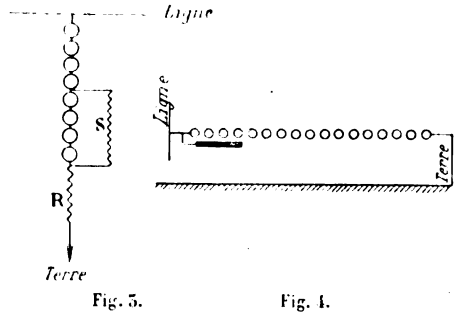






Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3. — Montage du parafoudre à faible équivalence.
Fig. 4. — Parafoudre unitaire avec écran par rapport au sol.

la tension de la ligne, auquel cas il se produit une décharge. Si le parafoudre est convenablement éloigné des objets attenant au sol, c'est-à-dire des murs de bâtiments, etc., l'action totale du potentiel, de la ligne au sol, se répartit plus également entre les cylindres métalliques, le parafoudre supporte mieux, par suite, un potentiel plus élevé, ou, ce qui revient au même, il faut un moindre nombre de vides pour résister à un potentiel donné.

Avec des parafoudres à haut potentiel, on remarque souvent un sifflement. Il est dû à des étincelles statiques qui passent continuellement du fil de ligne aux cylindres adjacents. Plus le parafoudre est proche d'objets fixés au sol, plus loin s'étend ce phénomène dans l'espace séparant du sol la borne de ligne. Pour remédier à cette inégale distribution de potentiel entre les intervalles d'air, on intercale entre le sol et la ligne un écran métallique placé entre le sol et une portion des vides les plus éloignés de la *terre*; le potentiel de la ligne est ainsi amené au voisinage de ces intervalles et l'élévation

Digitized by Google

excessive de potentiel est supprimée. C'est ce qu'indique schématiquement la figure 4. La pratique montre que l'application de l'écran permet souvent une grande réduction du nombre des intervalles d'air.

*Parafoudre multiple.* — Si le premier objet du parafoudre est d'offrir aux décharges statiques un passage facile, on a reconnu, d'autre part, qu'il existait parfois un potentiel statique élevé entre les différents fils d'un circuit de transmission polyphasée. Pour en éviter les conséquences, la *General Electric C°* a imaginé le parafoudre multiple. Dans ce dispositif, qui est du type à vides multiples, une résistance ohmique relie sensiblement le milieu de la série des vides dans une phase au point correspondant du parafoudre dans la phase voisine. Tous les parafoudres se trouvent ainsi reliés les uns aux autres, à peu près en leurs milieux, par une résistance ohmique élevée, et une charge statique peut ainsi passer à mi-chemin par un parafoudre, la résistance ohmique et la moitié du nombre des vides dans l'autre parafoudre, du côté opposé du circuit.

*Parafoudre à jet d'eau.* — On a appliqué dans l'Europe continentale, sur une assez grande échelle, un parafoudre consistant en jets d'eau lancés sur les fils de transmis-

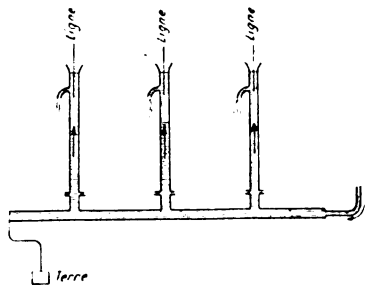



Fig. 5. — Parafoudre à colonnes d'eau.

sion. L'objection principale à ce type d'appareil est qu'il entraîne des dérivations de courant à la terre, fuites qui représentent une perte de puissance, et que, si la résistance est assez élevée pour empêcher de ce fait une fuite

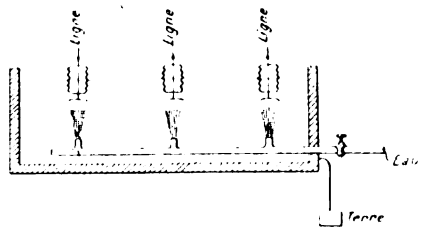



Fig. 6. — Parafoudre à jets d'eau. (L'eau venant d'en bas vient frapper les plateaux reliés aux fils de ligne.)

sérieuse, elle peut être trop forte pour l'écoulement des charges statiques. Ce procédé a cependant pour lui le mérite d'un bon marché relatif; il paraît d'ailleurs avoir réalisé une protection satisfaisante qu'on pourrait encore améliorer en interposant un intervalle d'air entre le jet et la ligne, au risque d'une augmentation de résistance à la décharge. Son application est toutefois limitée aux trajets comportant une distribution d'eau, à moins de recourir à une projection par pompes. Ce parafoudre a été établi en diverses formes, dont deux sont représentées par les figures 5 et 6.

*Parafoudres en parallèle.* — L'action retardatrice des résistances en série dans les parafoudres sur les décharges statiques a donné lieu à de nombreuses discussions. La charge statique est représentée par un certain courant sous une certaine tension. Si la résistance du parafoudre est assez faible pour que la tension de la charge puisse faire passer le courant à travers la résistance de cet appareil aussi rapidement qu'il y arrive, il n'y a pas d'accroissement de potentiel; mais, si la résistance ne peut laisser passer le courant à cette intensité, il y a réflexion et élévation du potentiel. Pour parer à cette difficulté on peut monter en parallèle un certain nombre de parafoudres présentant des intervalles et des résistances différents, le parafoudre à intervalle d'air minimum ayant la résistance maximum, et réciproquement. — Voici la théorie de leur fonctionnement : Quand une décharge se produit, elle passe par le plus petit intervalle qui s'offre à elle; et, si l'intensité du courant n'est pas trop forte pour cette résistance, il n'y a pas élévation de potentiel. Si, au contraire, le courant est trop intense, il y a hausse du potentiel et c'est l'intervalle immédiatement supérieur qui cède. Pour une très haute élévation de potentiel, c'est le plus grand intervalle qui cède avec la résistance minimum en série.

Sur quelques systèmes de transmission on a installé des parafoudres consistant simplement en un dispositif à cornes en série avec un fusible. L'intervalle de séparation des deux cornes est si haut qu'il ne cède que sous une très grande élévation de potentiel.

Ce parafoudre qui offre un passage direct à la terre paraît être un mode de procéder aussi bon que tout autre imaginé pour parer à un éclat direct d'éclair. Plusieurs de ces parafoudres étant couplés en parallèle, il ne s'en décharge généralement qu'un seul à la fois, de sorte que la ligne ne reste pas sans protection. Tout est disposé d'ailleurs pour permettre le rapide remplacement des fusibles.

*Parafoudre électrolytique.* — L'aluminium plongé dans certains électrolytes se recouvre, comme on sait, à sa surface, d'une mince gaine non conductrice qui, tout en étant extrêmement fine, résiste cependant à 400 volts. A une tension plus élevée, elle se pique d'une infinité de petits trous et laisse passer un courant intense; mais, si cette tension retombe au-dessous de la valeur critique correspondante, la gaine se reforme et empêche de nouveau le passage du courant. On peut monter en série un nombre suffisant d'éléments de ce genre pour résister à peu près à n'importe quelle tension. — Il est évident que cet élément à aluminium possède les caractéristiques presque idéales d'un parafoudre en ce qu'il laisse passer

Digitized by Google

un très faible courant sous tension normale, mais cède sous une tension plus forte pour se reconstituer dès que la haute tension a baissé et que la ligne est revenue à son état normal. Quand on applique une différence de potentiel à un élément à l'aluminium, il est traversé par un faible courant, partie de capacité, partie de dérivation, et pour un parafoudre il est bon de monter un espace d'air en série avec l'élément, de manière à empêcher ce courant de passer.

Pour réaliser le montage en série d'un grand nombre d'éléments, on donne aux plaques d'aluminium la forme de cuvettes ou d'abat-jour plats renversés qu'on empile comme des assiettes à l'intérieur les uns des autres, en les séparant par des rondelles isolantes convenables. Les colonnes ainsi constituées sont ensuite enfermées dans des réservoirs cylindriques en terre cuite, après quoi on les remplit de l'électrolyte voulu. On effectue cette dernière opération en emplissant par-dessus bords la cuvette supérieure et laissant l'électrolyte se déverser ainsi dans les cuvettes inférieures. Les cuvettes une fois remplies, on incline légèrement le réservoir, de manière à faire écouler de chacune d'elles un peu de l'électrolyte, immédiatement remplacé par une petite quantité d'huile à transformateur qu'on verse dans la cuvette supérieure pour la laisser déborder comme précédemment. Cette huile a pour objet de prévenir l'évaporation de l'électrolyte. On peut, pour les très hautes tensions, superposer un certain nombre de ces cylindres, dont les cuvettes ne touchant pas les parois laissent passer le courant des unes aux autres.

Pour les tensions ne dépassant pas 13 000 volts, on

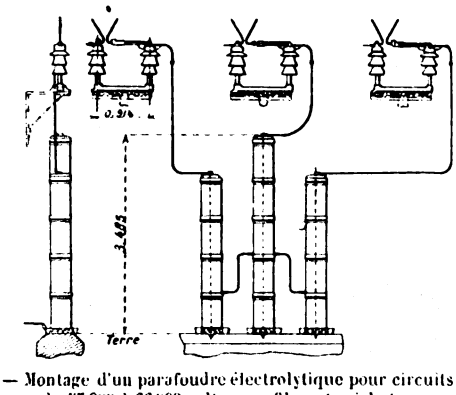



Fig. 7. — Montage d'un parafoudre électrolytique pour circuits triphasés de 55 000 à 66 000 volts avec fil neutre à la terre.

monte entre la ligne et chaque unité électrolytique un groupe de cylindres en métal prohibitif d'arcs. Pour les

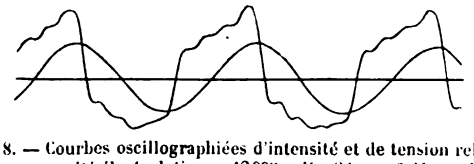


Fig. 8. — Courbes oscillographiées d'intensité et de tension relevées sur une unité électrolytique : 12 000 volts, 25 p:s, 0,41 ampère.

tensions plus élevées on emploie le montage à cornes. On voit sur la figure 7 un schéma de montage de ce parafoudre, et sur la figure 8 des courbes relevées à l'oscillographe et montrant l'intensité et les tensions sur une unité électrolytique de ce genre.

Nous avons indiqué l'an dernier (voy. *L'Industrie électrique*, n° 570, du 25 mai 1907, p. 228) l'apparition en Amérique d'un parafoudre électrolytique constitué par deux électrodes disposées au-dessus de la surface d'un liquide conducteur. L'une des électrodes étant reliée à la ligne et l'autre à la terre, on constate que les décharges atmosphériques passent facilement en allumant un arc entre les deux électrodes, arc qui s'éteint ensuite assez rapidement par suite de la présence d'une force contre-électromotrice assez élevée, due probablement au liquide ou à ses vapeurs.

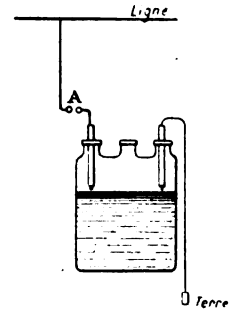



Fig. 9. — Parafoudre électrolytique sans aluminium.

La figure 9 représente un schéma du montage de ce système de parafoudre, on remarquera qu'un intervalle d'air A est ménagé entre la ligne et l'électrode approchant du liquide, l'autre électrode est reliée directement à la terre. Cet appareil est décrit en détail dans *Electrical Review de New-York*, du 11 mai 1907, p. 762.

*Fil de terre.* — L'opinion des praticiens semble concorder sur ce point que l'une des meilleures manières de protéger contre la foudre une ligne de transmission est de tendre au-dessus de cette ligne un fil mis à la terre à intervalles rapprochés. Trois fils, dont un au-dessus et un des deux autres de chaque côté du circuit, se recommandent comme assurant une protection très efficace et complète. On monte cependant généralement des parafoudres, munis ou non de fils neutres, aux extrémités de la ligne.

*Épreuve des parafoudres.* — Quelques mots relatifs aux modes d'épreuve du pouvoir protecteur des parafoudres terminent cette intéressante communication. La figure 9 reproduit un système de connexions employé à cet effet. On charge à haute tension, à l'aide d'un transformateur-élévateur T, un condensateur C que l'on décharge ensuite au moyen d'un commutateur oscillant A à travers un intervalle d'air à étincelles B monté en série avec le parafoudre P. En dérivation avec ce parafoudre est installé

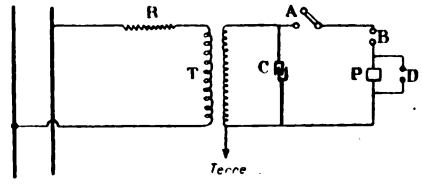



Fig. 10. — Diagramme des connexions pour un mode d'essai des parafoudres.

un autre intervalle d'air à étincelles réglable D qui offre à la décharge un autre passage. On règle cet intervalle

Digitized by Google

jusqu'à ce que la grande majorité, 95 pour 100 par exemple, des décharges passe à travers le parafoudre, de préférence à l'intervalle. La longueur de l'intervalle dans ces conditions est dit intervalle de décharge équivalent d'étincelle au parafoudre et représente un intervalle d'air de longueur telle qu'il faut, pour le franchir, une tension un peu plus élevée que celle nécessaire à faire fonctionner le parafoudre. Naturellement, plus faible est cet intervalle équivalent, plus grand est le pouvoir protecteur du parafoudre, cet intervalle représentant un peu moins que le minimum d'isolement susceptible d'être protégé par le parafoudre. Pour éprouver son action prohibitive de formation d'arc, on peut remplacer l'intervalle réglable d'étincelle par des connexions au circuit de travail. Quand la décharge passe à travers le parafoudre, l'arc qui la suit, venant du circuit d'utilisation, doit s'éteindre brusquement. E. B.

---

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

DES

# INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

DE LA SUISSE

(SUITE [1])

II. Organisation des stations centrales. — *Stations centrales à courants alternatifs.* — Les stations centrales à courants alternatifs — triphasés dans la plupart des cas — sont à peu près toutes organisées de la même façon.

Elles comprennent :

1° Une salle des machines dans laquelle sont installés les alternateurs et aussi les turbines, lorsque celles-ci sont à axe horizontal (c'est un cas très fréquent en Suisse). Lorsque les turbines sont à axe vertical, cette salle comprend un sous-sol renfermant les cuves des turbines et les mécanismes de commande des vannages.

Un tableau de manœuvre est installé dans la salle des machines, ou bien quelquefois ce tableau est remplacé par des colonnes, à raison d'une colonne par machine, portant les appareils de mesure et de manœuvre nécessaires.

2° Une annexe comprenant un certain nombre d'étages occupant en élévation la hauteur du bâtiment des machines.

Ces étages sont affectés à :

*a.* Une *salle de transformateurs*, lorsque la station en comporte. Elle occupe le rez-de-chaussée de l'usine;

*b.* Une *salle de manœuvre* comprenant tous les appareils de service manœuvrés du tableau de la salle des machines;

*c.* Une *salle de connexion*, où s'opèrent toutes les connexions entre les lignes et les alternateurs;

*d.* Une *salle de parafoudres* à l'étage supérieur, contenant tous les dispositifs de sécurité contre la foudre.

Les lignes partent de cette salle, mais, quelquefois, on les fait partir d'une *tour de départ*.

Ces organisations occupent des locaux très spacieux, dans lesquels les appareils sont groupés de manière à faciliter les manœuvres et à éviter les accidents. C'est là un point caractéristique des installations actuelles. Les usines qui datent de quelques années, dix ans au plus, occupent beaucoup moins d'espace, les appareils de transformation, de connexion, de sécurité, sont souvent dans le même local; il en résulte une gêne dans le service, qui peut se traduire par des fausses manœuvres ou donner lieu à des accidents.

Salle des machines. — Elle comprend non seulement les groupes électrogènes, mais aussi les appareils de réglage de la vitesse des turbines.

Les groupes électrogènes se composent des alternateurs et des excitatrices.

L'excitation est fournie par des groupes spéciaux lorsque les turbines sont à axe vertical, quelquefois aussi lorsqu'elles sont à axe horizontal. Dans ce dernier cas, chacun des groupes électrogènes comporte quelquefois une excitatrice calée sur l'arbre de l'alternateur.

Les excitatrices ou les groupes d'excitation sont quelquefois couplés en parallèle sur des barres collectrices, d'où partent les circuits d'excitation des différents alternateurs.

La puissance totale de ces groupes représente environ 5 pour 100 de la puissance totale des alternateurs.

*Types d'alternateurs.* — Les alternateurs sont presque tous du type volant à pôles alternés (alternateurs des usines de La Kander, de Wangen-sur-l'Aare, de la Dernier, etc.).

Les alternateurs homopolaires, très employés autrefois pour la constitution des groupes électrogènes de faible puissance (inférieure à 300 ou 400 kilowatts), ne sont plus employés maintenant. On reproche à ce genre d'alternateur son poids élevé et, par conséquent, son prix. Enfin, l'alternateur homopolaire donne lieu à des chutes de tension relativement grandes.

La station de la Goldach, alimentant la ville de Saint-Gall, possède deux alternateurs homopolaires triphasés de 150 kw à 560 volts entre phases, vitesse angulaire 550 tours par minute, fréquence 53 périodes par seconde, avec, chacun, une excitatrice calée sur l'arbre.

La station de Lauterbrunnen, alimentant le chemin de fer de la Jungfrau, possède des alternateurs homopolaires triphasés de 550 kw, 7000 volts, 58 périodes par seconde.

D'autres alternateurs à flux ondulé, donnant des forces électromotrices par variation de réluctance du circuit magnétique, sont en service dans quelques stations. Ils sont de construction ancienne, ont les inconvénients des

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 587, p. 55; n° 588, p. 77 et n° 589, p. 108.

Digitized by Google

alternateurs homopolaires et ne se construisent plus guère actuellement.

*Puissance des groupes électrogènes.* — La puissance des groupes électrogènes employés est variable suivant les installations; elle dépend non seulement de la puissance totale de l'usine, mais encore de la nature et de l'importance des services qu'elle doit assurer.

La puissance des groupes hydro-électriques installés en Suisse ne dépasse pas 2500 kw par unité, et encore ne trouve-t-on des groupes de cette puissance que dans les stations possédant une puissance totale d'au moins 7000 kw.

Les alternateurs sont généralement *triphasés* et ils produisent directement les tensions nécessaires. En général, l'étendue des réseaux de transport n'exige pas l'emploi de tensions supérieures à 13 500 volts (usine de la Dernier, Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe). Au delà de la tension de 15 000 volts, on préfère faire passer le courant des alternateurs dans des transformateurs élévateurs de tension avant de l'envoyer sur la ligne. C'est l'opération qui est faite dans un grand nombre d'usines, notamment à la station de la Kander, où des alternateurs produisent le courant à 8000 volts, tension qui est élevée à 16 000 volts dans des transformateurs de départ.

L'emploi des transformateurs de départ ne peut être évité en général, lorsqu'une station génératrice est réunie à une autre station et assure en même temps des services particuliers, parce que, dans ce cas, les tensions de transport sont généralement différentes.

Lorsqu'une station est chargée d'assurer, à la fois, un service d'éclairage et celui d'un réseau de force motrice, il y a quelquefois avantage, au point de vue de la régularité de marche des appareils d'éclairage, à adopter *deux lignes distinctes de transmission*, l'une à courants triphasés pour la force motrice, l'autre à courant alternatif simple pour l'éclairage. Sur cette dernière, on groupe souvent les petits moteurs à courant alternatif simple, fonctionnant seulement pendant la journée, tels que ceux qui sont employés dans certaines industries, et les moteurs agricoles.

On évite ainsi l'équilibrage des phases sur le réseau d'éclairage, équilibrage qu'il est au contraire avantageux de réaliser sur les réseaux d'éclairage par courants triphasés, si l'on veut avoir un bon fonctionnement des lampes sur chaque phase. Les moteurs employés sur les réseaux d'éclairage sont asynchrones à cage d'écureuil; leur démarrage exige l'emploi d'un démarreur spécial transformant le moteur à courant alternatif simple en moteur diphasé pendant le démarrage.

C'est un inconvénient qui n'est racheté que par l'avantage résultant du fonctionnement plus économique de l'installation. Les moteurs ainsi branchés sur le réseau d'éclairage fonctionnent nécessairement à basse tension; ce sont des moteurs de faible puissance, de quelques kilowatts seulement.

Lorsqu'on veut employer des moteurs de plus de 8 kw, il n'est pas économique de les alimenter sous la tension des lampes; on adopte alors des réseaux à courant alternatif simple d'éclairage à plusieurs ponts de 2 ou 3 fois 120 volts, par exemple, et on branche les moteurs sur les fils extrêmes, ce dispositif est assez fréquemment employé en Suisse.

Lorsqu'on est amené à diviser ainsi les lignes de transport, il est commode de pouvoir alimenter les deux réseaux séparément ou simultanément, au moyen de tous les alternateurs de la station. L'emploi d'alternateurs fournissant à volonté les deux sortes de courants est né de ce besoin spécial.

Un certain nombre de stations centrales suisses emploient ces alternateurs. La station d'Obermatt fournit simultanément du courant alternatif simple à la ville de Lucerne et du courant triphasé à Engelberg ainsi qu'à 15 localités, environ, de Nid et Obwalden.

*Fréquence des courants employés.* — La fréquence des courants employés et, par conséquent, celle des courants produits par les stations centrales, ne dépend que du service particulier de ces stations.

Si une station centrale alimente uniquement des sous-stations de traction par courant continu, la fréquence de ses alternateurs ne dépasse pas 25 périodes par seconde.

Les stations centrales qui alimentent des sous-stations de traction par courants triphasés adoptent également cette fréquence, une fréquence plus faible même, 15 p:s, lorsqu'elles alimentent *uniquement* des réseaux de traction.

C'est ainsi que la traction se fait à travers le Simplon entre Brigue et Izelle par courants triphasés à 16 p:s. Lorsque la même usine alimente à la fois des sous-stations de traction, de force motrice et d'éclairage, la fréquence est plus élevée : chemin de fer Berthoud-Thonne, 40 p:s, alimenté par la station de la Kander (8000-16 000 volts), qui alimente aussi le réseau d'éclairage de la ville de Berne.

Lorsque des stations n'alimentent que des réseaux d'éclairage et de force motrice, la fréquence adoptée est voisine de 50 p:s. C'est aussi la fréquence qui est adoptée dans les installations urbaines qui desservent les réseaux de force motrice, d'éclairage et de traction, lorsque la ligne de transport est une ligne à courant continu, système Thury (ville de Lausanne).

L'examen de la construction des alternateurs installés dans les usines, et provenant presque uniquement des maisons de construction suisses (Brown-Boveri, ateliers d'Oerlikon, Alioth de Munchenstein, Société « Motor » de Baden, Société de l'Industrie électrique de Genève), met en évidence la préoccupation qu'ont eue tous les constructeurs de produire des *forces électromotrices parfaitement sinusoïdales.*

Les enroulements sont à bobines longues, ces bobines comprennent un nombre relativement grand de bobines partielles donnant une répartition convenable des fils sur

Digitized by Google

la périphérie; enfin, les masses polaires ont une forme et une section favorables à l'obtention de semblables forces électromotrices.

Les pôles des alternateurs de l'usine de La Dernier, entre autres, sont disposés en gradins, cette disposition permet d'éviter les harmoniques de denture.

*Couplage des alternateurs.* — On trouve en Suisse beaucoup de stations fonctionnant accouplées en parallèle sur le même réseau, soit directement, soit par l'intermédiaire de transformateurs élévateurs de tension.

Le couplage de *plusieurs stations* entre elles présente un très grand interêt au point de vue de la régularité d'exploitation des réseaux et, par conséquent au point de vue économique.

Si, en effet, on peut accoupler en parallèle sur le même réseau une station exploitant l'énergie d'une chute ayant ses hautes eaux en été (fonte des neiges), une autre station avec chute de plaine ayant ses hautes eaux en hiver, enfin une troisième, la réserve d'un lac, ce réseau pourra être exploité dans d'excellentes conditions économiques, car le service sera assuré sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'emploi de stations de secours à vapeur ou à gaz. En outre, chaque station, considérée individuellement, pourra fonctionner sous le régime qui correspond au maximum de rendement économique.

Le groupement en parallèle des stations est très fréquent en Suisse, et les sociétés exploitantes ont, en général, plusieurs stations génératrices pour assurer le service d'un même réseau.

Ainsi, par exemple, la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe possède les deux stations de La Dernier et de Montcherand (cette dernière est en installation), ces deux usines étant réunies par le réseau de distribution. La première utilise le débit de régularisation du lac de Joux; la seconde est sur l'Orbe. L'usine de Montcherand aura un régime très régulier, particulièrement favorable à la fourniture économique de l'énergie aux moteurs utilisant (qu'on nous pardonne cette expression bien caractéristique) des « chevaux de 24 heures »; quant aux usines de La Dernier, elle donnera des appoints de jour et de nuit.

L'usine de la Grande-Eau est réunie à celle de Vouvry. De plus, la Société de la Grande-Eau est associée à la Société de Hauterive, Montbovon, etc., pour assurer le service du réseau. Les stations suivantes peuvent donc être couplées en parallèle : Vouvry, Souzier, Montreux, Châtel-Saint-Denis, Montbovon et Hauterive.

Enfin, les diverses Sociétés ont des contrats entre elles pour la fourniture éventuelle, à titre de réciprocité, d'énergie électrique en cas d'accident aux machines, ou pendant les périodes de basses eaux.

*Tableaux de manœuvre.* — Les tableaux de manœuvre portent tous les appareils de commande (sauf ceux des turbines) et de mesure nécessaires au service de la station. Aux usines de Hauterive et de Montbovon il existe un tableau pour chaque alternateur.

Pour chaque alternateur on trouve :

1° Un interrupteur d'excitation.

2° Une manette de commande du rhéostat d'excitation avec un dispositif d'embrayage de cette manette avec l'arbre de commande des manettes.

3° Un indicateur de synchronisme ou un synchronoscope auquel on adjoint quelquefois un voltmètre de synchronisme.

Ces derniers appareils sont communs à tous les alternateurs d'une station, de sorte que le tableau ne comporte qu'un indicateur de synchronisme. Un commutateur met les circuits de l'alternateur que l'on veut accoupler au réseau en communication avec lui.

4° Un levier de manœuvre de l'interrupteur triphasé de couplage.

5° Un voltmètre donnant la tension de l'alternateur.

6° Un ampèremètre donnant l'intensité du courant dans une phase.

7° Un wattmètre (dans quelques installations seulement).

Le tableau porte en outre :

Un voltmètre donnant la tension du réseau, — un ampèremètre totalisateur, — un wattmètre totalisateur.

Pour chaque excitatrice : une manette de rhéostat d'excitation, un interrupteur bipolaire de couplage en parallèle lorsque les groupes d'excitation doivent être couplés en parallèle, un voltmètre et un ampèremètre.

Enfin, des disjoncteurs automatiques à maxima sur les phases du réseau (ces appareils sont placés quelquefois dans la salle de manœuvre).

Les tableaux de manœuvre sont caractérisés par ce fait que les tensions qui s'y trouvent ne sont pas dangereuses pour l'opérateur. Tous les appareils de mesure donnent leurs indications par l'intermédiaire de transformateurs réducteurs de tension.

La salle des manœuvres comprend : les rhéostats d'excitation des alternateurs et ceux des machines à courant continu; les interrupteurs tripolaires, à rupture dans l'huile, et les transformateurs des appareils de mesure. Les fusibles de tous les circuits.

Tous les appareils sont séparés les uns des autres par des cloisons en marbre ou en amiante; ou bien, ils sont enfermés dans des niches à parois incombustibles. Ces précautions ont pour but d'empêcher un arc de rupture, produit à un appareil, de se propager sur les appareils voisins.

*Salle des transformateurs.* — Les transformateurs sont placés assez souvent dans un local spécial indépendant de celui des machines, mais possédant un pont roulant facilitant l'installation. Les transformateurs sont refroidis par une ventilation énergique; ou bien chacun d'eux est placé dans une bâche remplie d'huile. Cette huile est refroidie par une circulation d'eau (Lucerne, Obermatt, etc.)

(*A suivre.*) A. Z.

Digitized by Google

L'APPLICATION DE LA LOI

SUR LES

# ACCIDENTS DU TRAVAIL

*Au cours d'une conférence qu'il a faite dernièrement, M. Villemin montre, avec exemples à l'appui, les nombreux abus qui résultent de l'application de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.*

*Nous avons pensé qu'il serait intéressant pour nos lecteurs, presque tous industriels, de connaître les points faibles de cette loi et de voir comment ils peuvent en être facilement le jouet. Quoique le sujet ne soit pas très électrique, il n'en est pas moins digne d'intérêt à l'heure actuelle où les accidents se multiplient; c'est ce qui justifie la publication ici même d'un extrait de cette intéressante conférence.* N. D. L. R.

... Je ne veux pas vous faire l'historique de tous les abus; je ne m'attacherai qu'aux principaux, à ceux qui nous coûtent le plus cher, tant au point de vue argent qu'au point de vue moralité de nos ouvriers.

Il est une chose qui paraîtra extraordinaire à ceux qui ne sont pas mêlés d'une façon très intime aux questions d'assurances : c'est que ce sont surtout les petits accidents qui coûtent le plus cher; ce sont ceux-là aussi qui démoralisent le plus le personnel ouvrier.

Ce sont eux qui permettent les nombreux cas de simulation qui surchargent outre mesure l'application de la loi, et, malheureusement, cette simulation ne peut avoir été poussée, comme elle l'est à l'heure actuelle, qu'avec certaines complicités, complicités des gens que nous ne devrions pas trouver de ce côté de la barrière, si je puis m'exprimer ainsi, parce que, par leur instruction, par leur éducation, ils devraient comprendre où ils nous mènent et où ils mènent la population ouvrière.

C'est surtout par les médecins que la simulation est possible, et quand je dis les médecins, il est bien entendu que je ne parle pas du corps médical tout entier. Nous savons tout le dévouement que la plupart d'entre eux apporte à l'exercice de leur profession; nous savons qu'en très grande majorité, les médecins sont d'honnêtes gens dans toute l'acception du terme; mais nous savons aussi — et malheureusement par expérience — qu'il se glisse partout des brebis galeuses, et c'est contre ces brebis galeuses seulement que je me suis élevé hier, que je m'élève aujourd'hui et que je m'élèverai demain, avec vous, je l'espère.

Puisque vous voulez bien me permettre de parler chiffres, je vous citerai la progression du nombre des petits accidents résultant de la comptabilité du Syndicat général de garantie : en 1899, le nombre des petits accidents par million de salaires assurés était de 74,6 pour 100, et en 1906 il était de 145,4 pour 100, soit près de 200 pour 100 d'augmentation.

Si j'examine la progression au point de vue du coût, je vois qu'en 1899 nous avons payé, par million de salaires, 5034 fr et en 1906 — on avait fait du chemin — 11 075 fr, soit 220 pour 100 en plus.

Si ces résultats qui, comme je le répète, ressortent d'une comptabilité, n'étaient applicables qu'au Syndicat de garantie, vous pourriez supposer qu'ils sont le résultat d'une mauvaise gestion, ou qu'ils sont causés par de mauvais risques, mais ils ne nous sont malheureusement pas spéciaux. Que l'on examine ceux de la Caisse syndicale des Forges de France, de la Mutualité industrielle ou de toutes les autres Compagnies d'assurances, on retrouvera cette même progression.

Recherchons maintenant la progression au point de vue de l'augmentation de la durée de ces incapacités temporaires; nous relevons sur notre comptabilité, qu'en 1899, les petits accidents ne duraient en moyenne que dix-sept jours, alors qu'en 1907, ils durent vingt-trois jours, c'est-à-dire 35 pour 100 de plus.

Quant aux accidents de cinq à dix jours, ils diminuent tous les jours. Alors qu'avant l'application de l'article 3 de la loi de 1905, beaucoup de nos ouvriers ne poussaient pas à la simulation quand ils étaient faiblement atteints; depuis cet amendement, les accidents de moins de dix jours diminuent de plus en plus, et, dans un an ou deux, si cela continue, il n'y aura plus d'accidents au-dessous de onze jours. L'ouvrier s'arrangera, grâce à la complicité de certains médecins, de façon que son accident dure au moins onze jours. La proportion des accidents de cinq à dix jours était, en 1904, de 24,71 pour 100; en 1906, une année seulement après l'application de la loi de 1905, elle est descendue à 16,62 pour 100 : soit une progression de simulation de plus de 8 pour 100 dans une seule année.

Quant à l'abus des frais médicaux, il est aussi typique, et il me semble qu'en cette matière encore, les chiffres en diront plus que des paroles. En 1900, ils étaient, par million de salaire, de 1785 fr; en 1906, ils atteignaient 6649 fr, soit une augmentation de 285 pour 100.

A quoi tiennent pareilles différences? d'où provient une pareille progression? Nous devons le dire, et le dire nettement : du libre choix du médecin par l'ouvrier. Il est évident que ce libre choix a été prescrit par la loi avec une excellente intention. On peut presque, dans cette circonstance, comme en beaucoup d'autres, comparer le Parlement à l'Enfer que l'on dit en être pavé; mais, malheureusement, les résultats prouvent qu'en pareille matière, les meilleures intentions ne valent rien, si elles ne s'appuient sur des bases rationnellement économiques.

C'est le libre choix qui nous enlève en même temps toute possibilité d'un contrôle sérieux et qui nous met pieds et poings liés entre les mains des médecins marrons et entre celles des ouvriers simulateurs. Le libre choix nous a coûté non seulement des millions, mais, ce qui

Digitized by Google

est pire que tout, il a semé à profusion la démoralisation dans les milieux ouvriers.

Je suis bien persuadé qu'il est venu à l'esprit de plus d'un d'entre vous que je devais exagérer, qu'il n'était pas possible que nous ne puissions nous défendre contre de pareils abus.

Je vais, par des faits, essayer de vous prouver le contraire. Lorsqu'un de nos hommes veut prolonger un chômage, lorsqu'il y trouve un intérêt quelconque, et que l'un de nos médecins lui refuse son appui en lui disant : « Votre blessure est insignifiante ou guérie, vous pouvez travailler » ; il va chez un autre médecin qui lui dit : « Pas du tout, vous êtes encore malade, je vais vous donner un certificat ». Et le certificat est valable. Pour pouvoir le contester, nous devons aller trouver le juge de paix et lui dire : « Monsieur le Juge, voilà dans quelle situation se trouve cet homme, nous vous demandons de déclarer qu'il est guéri et d'arrêter l'indemnité ». Le juge nous répond avec juste raison : « Je ne suis pas médecin ». Et il nomme un expert qui, huit ou dix jours après, nous convoque, ainsi que le blessé, et, très souvent, avant de procéder à son expertise, nous en demande le prix, variant de 50 à 100 fr.

Or, que peut dire l'expert? Une seule chose : c'est que le blessé est guéri, et il lui est bien difficile de faire remonter cette guérison à une date antérieure au jour de son examen. Il la fixe donc au jour de son expertise, c'est-à-dire à une date postérieure de sept, huit ou dix jours à la date de la guérison fixée par le médecin de l'assureur ou de l'industriel.

Et cela suffit pour que le juge de paix, dans tous les cas, condamne l'industriel ou l'assureur au paiement du demi-salaire jusqu'à la date de guérison fixée par l'expert, et aux dépens comprenant de 60 à 120 fr de frais d'expertise et de jugement. Devant cette certitude, on comprendra que l'assureur trouve plus économique de payer les journées de chômage qui lui sont indûment réclamées.

Les ouvriers s'en rendent parfaitement compte, et chaque jour s'accroît le nombre de ceux qui tentent, presque chaque fois avec succès, d'en tirer parti.

Voilà comment nous pouvons nous défendre, voilà comment la loi de 1898 a établi la réciprocité des droits et des devoirs entre patrons et ouvriers. J'ai quelques chiffres sur le coût des petits accidents; il est bien évident que je ne parle ici que des incapacités temporaires, non compris les frais d'hospitalisation. J'ai fait relever avec soin, ces jours derniers, ce que coûte la moyenne des petits accidents, quand ce sont nos médecins qui soignent. Les frais médicaux et pharmaceutiques nous reviennent en moyenne à 15 fr par accident. Si, au contraire, le médecin est choisi par les ouvriers — et je parle ici de l'ensemble du corps médical, je ne parle pas encore des médecins marrons, mais des médecins qui agissent humainement, qui se disent : voilà un tarif, il n'y a pas trop de mal à en profiter et j'en profite un peu — la moyenne est 60 fr, c'est-à-dire quatre fois plus élevée. Si nous avons affaire aux médecins marrons — et j'ai fait relever cinq cents cas, — nous arrivons au chiffre fantastique de 150 fr d'honoraires médicaux et de frais pharmaceutiques pour chaque petit accident.

Voilà dans quelle situation nous nous trouvons. Que l'on supprime le libre choix, la moyenne sera de 15 fr; au contraire, qu'il devienne la règle générale, la moyenne passe à 60 fr avec les médecins ordinaires et à 150 fr avec les médecins marrons, c'est-à-dire 10 fois ce que nous coûtent les soins par nos médecins ordinaires.

Pour vous prouver la véracité de ce que j'avance, je tiens à vous donner quelques exemples. Voilà un de mes ouvriers qui a été atteint d'une légère excoriation au crâne; ce n'est pas un paresseux, il ne s'est pas arrêté. Le médecin de quartier qui le soigne, — j'ai pris mes renseignements, — a la réputation d'un honnête homme : il a trouvé moyen de faire, pendant douze jours, des pansements antiseptiques complets sur la tête de mon bonhomme, qui ne s'en portait pas plus mal que moi, qui n'a pas touché un sou d'indemnité et pour lequel j'ai payé 59 fr de médecin.

En voici un autre qui a touché 57 fr d'honoraires pour une indemnité de 15 fr.

Je pourrais vous en citer par centaines. Il y en a cependant un que je retiens en passant : pour une indemnité de 75 fr, le total des notes médicales s'est élevé à 302 fr pour les médecins dont 200 fr pour le radiographe....

. . . . . .

Croyez bien que nous ne sommes pas restés sous le coup de cette situation sans avoir essayé de réagir; nous avons voulu traduire certains de ces médecins en police correctionnelle : d'abord, avant les certificats dont je vous parle [certificats délivrés par certains médecins à des ouvriers simulateurs, pour blessures *sciemment fictives*] et, ensuite, après.

Je m'étais figuré que la loi française ne pouvait tolérer de pareilles choses, que de pareilles malhonnêtetés devraient trouver une sanction dans quelques-uns des articles de ce fameux maquis que l'on appelle le « Code Pénal ».

Nous avons consulté notre Conseil judiciaire, des présidents de chambre au Tribunal de Paris et il nous a été dit que :

« .... puisqu'il n'y avait pas eu d'accident réel, on ne pouvait punir en vertu de l'article 30 de la loi du 31 mars 1905 ceux qui avaient sciemment dénaturé les conséquences d'accidents n'ayant pas existé. »

Je crois qu'il est inutile d'insister. Je tire l'échelle. Vous voyez combien nous sommes livrés pieds et poings liés aux exploits des médecins marrons et aux entreprises des ouvriers simulateurs.

Comme tout à l'heure, je dirai que cette exploitation n'est pas spéciale à notre syndicat; elle s'étend également à toutes les Sociétés d'assurances quelle qu'en soit la forme.

Quand nous consultons la Caisse d'Assurance des Agriculteurs de France, nous voyons qu'elle souffre autant que nous des exactions médicales, car ses frais médicaux

Digitized by Google

atteignent le montant des indemnités journalières qu'elle paie aux ouvriers blessés.

Au Syndicat de Garantie des Industriels et Commerçants français, nous voyons qu'en 1906 les frais médicaux ont atteint 87 pour 100 de ses indemnités journalières.

Puisque je parle de ce Syndicat qui a été fondé par un de vos vice-présidents, M. de Ribes-Christofle, permettez-moi de lui dire, au nom du Syndicat de l'avenue Victoria, qui est son doyen, combien nous sommes heureux qu'il ait choisi la même forme d'assurance, et de lui exprimer notre désir de combattre tous deux le même combat.

La situation que je viens de vous indiquer préoccupe tous les gens qui ont à cœur la prospérité de notre pays; elle a suscité diverses propositions de remèdes. Je vous demande la permission d'en indiquer quelques-uns : on a parlé de la création d'un ordre des médecins, comme il y a un ordre des avocats. Je me demande si c'est là un moyen efficace. Je n'ose pas répondre, vous laissant le soin de répondre vous-mêmes.

On a demandé l'institution de Commissions arbitrales, entre assureurs et médecins; personnellement, je n'y suis pas hostile, mais je ne leur crois guère une bien grande vertu.

On nous a parlé aussi de l'application de tarifs forfaitaires; nous ne demanderions pas mieux, mais des Syndicats médicaux y sont hostiles, bien qu'un très grand nombre de médecins de province les appliquent de préférence au tarif à la visite.

Il a été question aussi d'assermenter les médecins.

Tous ces moyens ne peuvent constituer que des palliatifs insuffisants si l'article même de la loi qui consacre le libre choix n'est pas modifié.

Si nous jetons un simple coup d'œil sur ce qui se passe ailleurs, en Belgique par exemple, on voit que l'ouvrier a le droit de choisir son médecin, mais il y a un correctif extrêmement intéressant, c'est que, d'après la loi, le patron a le droit de déterminer, dans son contrat d'embauchage, que le médecin sera choisi par lui, de sorte que les droits des patrons sont absolument sauvegardés.

L'Allemagne laisse aussi le libre choix, mais avec deux conditions : d'abord le médecin choisi doit être adhérent à une association des médecins, qui exerce sur ses membres un rigoureux contrôle, et, enfin, ce fait, qui diminue considérablement les inconvénients du libre choix, c'est que la corporation allemande peut prendre en mains le traitement du blessé, si elle estime que les soins ne lui sont pas donnés comme ils devraient l'être pour produire la guérison dans le laps de temps nécessaire, ou si elle estime qu'il y a lieu de le faire hospitaliser. Elle arrive ainsi à des résultats bien supérieurs aux nôtres.

Si nous examinons le choix du médecin, non seulement au point de vue de l'intérêt du patron et de l'assureur, mais au point de vue de l'intérêt de l'ouvrier, au point de vue de la grande collectivité française, est-ce que le libre choix correspond à la satisfaction de tous les intérêts?

L'ouvrier n'a-t-il pas intérêt à toucher sa journée pleine quand il est guéri au lieu de toucher des demi-journées qui lui laissent l'oisiveté nécessaire pour aller les boire?

N'est-ce pas de notre intérêt de rétablir le mieux que nous pourrons dans ses fonctions corporatives notre ouvrier blessé?

N'est-ce pas l'intérêt de la Société de voir le sinistré rétabli le plus tôt possible et le mieux possible?

J'estime que tous les intérêts, soit celui de l'ouvrier, soit celui du patron, soit celui de la Société, sont absolument d'accord, et qu'il n'y a rien qui puisse empêcher de revenir au choix du médecin par le patron qui a, tant au point de vue matériel qu'au point de vue moral, un intérêt essentiel à ce que l'ouvrier soit guéri le plus tôt possible. Ce ne sont pas seulement les patrons et les assureurs qui disent cela. Je vous demande la permission de lire une citation d'un ancien député radical-socialiste, qui ne passe pas pour avoir une extrême tendresse pour les patrons, mais qui est un honnête homme; voilà ce qu'il a dit un jour à la Chambre des députés, au mois de juin 1901 :

« Une Compagnie d'assurance a un intérêt essentiel à ce que l'ouvrier soit soigné et soit guéri. La Compagnie fera faire une opération, quand elle sera justifiée, à l'ouvrier victime de l'accident, non parce qu'elle aime cet ouvrier et qu'elle prend son sort en commisération, mais parce qu'elle a un intérêt financier majeur à ce qu'il soit bien soigné, à ce qu'il soit guéri, à ce que la fracture n'ait pas de suites graves, afin qu'il ne résulte pas de l'accident une incapacité permanente, parce que, dans ce cas, ce ne sont pas les frais médicaux relativement peu élevés qu'elle aura à débourser, c'est surtout une rente viagère; c'est parce que la Compagnie a un intérêt évident à ne pas avoir à payer de rentes qu'elle a intérêt aussi à organiser d'une façon sérieuse et complète son service médical. Guérir la victime d'un accident de travail, c'est pour elle une économie. »

L'expérience a prouvé l'absolue justesse de cette déclaration de M. Mirman.

Je reviens aux petites incapacités permanentes. La loi rend l'industriel forfaitairement responsable de la réparation de l'accident; cette loi, qui est excellente dans son principe et qui aurait été certainement excellente à tous les points de vue dans son application, a subi, comme du fait de la simulation, du fait — je ne dirai pas de certaines complaisances, mais — de certaines interprétations abusives des tribunaux, des déformations qui vont absolument à l'encontre de son principe.

Ainsi, alors que la loi a dit formellement qu'un blessé n'aurait droit à une rente que lorsque sa capacité professionnelle serait diminuée, que lorsqu'il ne pourrait plus gagner la même journée qu'auparavant, la jurisprudence des tribunaux veut qu'on alloue aux blessés des rentes, quand, du fait de l'accident, ils n'ont subi aucune dépréciation professionnelle, et la Cour de cassation elle-même a confirmé cette jurisprudence qui est en contradiction avec la loi. Aujourd'hui, on ne tient plus compte du

Digitized by Google

déchet industriel, comme le veut la loi, on considère uniquement l'impotence fonctionnelle.

Je vous demande la permission de vous citer quelques faits, pour vous prouver combien la loi est surchargée pour des vétilles sans aucune gravité, et qui, cependant, donnent lieu à des rentes.

C'est ainsi que j'ai relevé au Syndicat de garantie :

« Une perte de substance du médium gauche considérée comme donnant lieu à un déchet de 2 pour 100, équivalant à une rente de 19.50 fr.

« Une légère perte de substance de l'index droit, déchet 1 pour 100, rente 12.28 fr.

« Une légère raideur de l'articulation métacarpophalangienne, déchet 2 pour 100, rente 21 fr.

« Une légère impotence fonctionnelle de l'auriculaire droit, déchet 1 pour 100, rente 12 fr.

« Une douleur dans l'épaule droite — qui donc ne se sent pas de douleurs dans l'épaule droite, et même dans la gauche? — déchet 2 pour 100, rente 18 fr.

« Une légère raideur de l'articulation tibiotarsienne gauche, déchet 1 pour 100, rente 10 fr. »

Nous pourrions vous en citer ainsi, pour une seule année, des centaines.

Or, ce qui semble n'être qu'une goutte d'eau devient une petite rivière lorsque cela continue à tomber, et cela deviendra, si l'on n'y remédie pas bientôt, des fleuves, qui, très certainement, entraîneront la loi.

Voulez-vous me permettre de vous donner encore quelques chiffres relativement aux incapacités permanentes, partielles, graves et légères : tandis que pour des rentes de plus de 100 fr, c'est-à-dire pour des incapacités d'une certaine gravité, nous avons constaté, de 1900 à 1906, une augmentation de 596 pour 100, pour des incapacités légères, c'est-à-dire pour toutes celles qui ont donné lieu à des rentes inférieures à 100 fr, pendant la même période, l'augmentation a été de 1123 pour 100.

Les deux raisons de cette différence de progression sont : 1° la complaisance des tribunaux qui, de plus en plus, octroient des rentes pour des lésions infimes; 2° les accidents dus, sinon à la volonté, tout au moins à l'insouciance, qui fait que la perspective du petit accident préoccupe moins que le bénéfice de l'indemnité qui en pourra résulter. De sorte que si l'on demeure prudent à l'égard d'une chute qui risquera d'avoir les conséquences les plus graves, on le devient beaucoup moins lorsqu'il s'agit d'un traumatisme de minime importance.

L'Allemagne, à laquelle nous nous rapportons souvent, a reconnu le très grave inconvénient résultant pour elle de l'octroi d'indemnités pour les petites impotences fonctionnelles, et elle a supprimé la rente après accommodation, c'est-à-dire après qu'il a été reconnu que l'homme, à qui une rente a été attribuée, a recouvré ses capacités professionnelles.

Messieurs, tout à l'heure, je disais que je reviendrais à la question de l'assistance judiciaire: je vais en dire deux mots, car je sens que mon président s'impatiente, que l'heure s'avance et que prolonger cette causerie serait abuser de votre bienveillance.

Il y a pour nous, industriels, une cause d'infériorité notoire qui nous cause le plus grand tort; alors que toujours nous sommes obligés de payer très cher pour tous les actes de la loi de 1898, l'ouvrier, qui est le privilégié du jour, ne paie jamais rien. Lorsque nous allons devant le juge de paix, l'ouvrier a, de droit, l'assistance judiciaire; il l'a encore pour aller en conciliation et devant le tribunal civil; il l'a également de plein droit pour l'acte d'appel, et comme il ne risque rien, il en use non seulement sous son impulsion personnelle, mais sous l'impulsion de ceux dont la loi de 1898 avait la prétention de nous débarrasser. Vous lirez dans les discussions qui ont précédé le vote de la loi que, « quand la loi produirait son plein effet, il n'y aurait plus de procès, les hommes d'affaires ne pourraient plus vivre autour d'une loi pareille! » Or, jamais les hommes d'affaires n'ont été plus nombreux, jamais ils n'ont été plus hardis, jamais ils ne nous ont coûté aussi cher, et la faculté de rachat de la rente inférieure à 100 fr a donné la possibilité de faire venir entre les mains de l'ouvrier un capital plus ou moins important, sur lequel ils s'arrangent de façon à faire main-basse. De sorte que cette bonne intention du législateur s'est encore retournée et contre l'ouvrier et contre nous.

Mais les hommes d'affaires font mieux encore; ils ont entre les mains des hommes qu'ils savent parfaitement guéris, auxquels eux-mêmes ne donneraient pas un sou d'indemnité, quelque puisse être leur très large sentiment d'humanité; ils les poussent jusqu'au bout avec cette intention de venir trouver l'assurance et de lui tenir ce petit raisonnement, sur lequel j'appelle votre attention : « Je sais bien que cet ouvrier n'a rien, je sais bien qu'il est guéri, mais, en vertu de la loi, je vais vous traîner jusqu'en appel, et comme vous serez obligé de terminer quand même l'affaire, si je n'ai pu obtenir l'assistance judiciaire en appel, vous serez obligé, pour ne pas attendre la prescription trentenaire, d'obtenir un arrêt par défaut faute de conclure, et cela va vous coûter de 4 à 500 fr.; donnez-moi 200 fr, et je fais reconnaître, en conciliation, par mon client, qu'il n'a pas d'incapacité permanente. »

Cela arrive tous les jours, et si vous connaissez ces hommes qui rôdent autour des justices de paix à l'affût d'une proie toujours prête à tomber entre leurs mains, vous ne douteriez pas que cette industrie est arrivée à son apogée, grâce à la loi de 1898.

Messieurs, pour finir, je vais rapidement indiquer les modifications essentielles qu'il y aurait lieu d'apporter à la législation des accidents, non pour faire disparaître les abus, cela ne me paraît pas possible, mais pour les atténuer le plus possible.

Nous estimons qu'au point de vue du délai de carence, il vaudrait mieux, cent fois, payer à l'ouvrier son indemnité que d'être sous l'empire de l'amendement Expert-Besançon, qui fait partir l'indemnité du lendemain du

Digitized by Google

jour de l'accident lorsque l'incapacité de travail a duré plus de dix jours. Nous n'y aurions pas, au point de vue financier, de bénéfice, mais nous y aurions, au point de vue moralité de nos ouvriers, un bénéfice très grand que nous estimons bien supérieur à l'augmentation d'indemnité que nous aurions à débourser.

En ce qui concerne l'assistance judiciaire, nous demandons qu'elle soit limitée à la Justice de Paix et à la tentative de conciliation devant le Président du Tribunal, afin que le blessé puisse se défendre et faire valoir ses droits; mais, à partir de ce moment, nous demandons qu'il soit, comme nous, soumis au droit commun, car s'il y a réellement une incapacité permanente, il obtiendra facilement l'assistance judiciaire, qui ne lui sera refusée que si l'expert nommé en conciliation a conclu qu'il était bien guéri sans aucun déchet.

Quant à la suppression du libre choix du médecin, je crois vous en avoir assez dit pour vous en montrer la nécessité. Nous estimons que tous les moyens qu'on pourra employer ne nous donneront pas satisfaction et que revenir à la saine logique et à la saine raison économique nous donnera seul la possibilité d'appliquer la législation des accidents dans son véritable esprit d'équité et de justice.

Nous demandons également que les impotences fonctionnelles sans dépréciation professionnelle ne soient pas considérées comme incapacités permanentes partielles et ne donnent plus lieu à rentes.

Nous demandons enfin la suppression de la faculté de rachat de rentes inférieures à 100 fr, ou, conformément au système belge, le rachat possible seulement après l'expiration du délai de revision de trois ans.

Voi à ce que je tenais à vous dire d'essentiel sur l'application de la législation sur les accidents et les abus auxquels elle a donné naissance.

Ce que j'ai dit pour cette législation pourrait s'appliquer malheureusement sous une autre forme à d'autres lois économiques et sociales, et j'en arrive à conclure que, si l'on vient ajouter aux lourdes charges de la loi de 1898 le tour de vis qui résultera de l'impôt sur le revenu, on nous aura bâti le plus joli garrot économique que l'histoire ait jamais enregistré.

---

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 17 février 1908.*

**Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur.** — Note de M. E. Doumer, présentée par M. d'Arsonval. — Il semblerait que l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur doive être un phénomène très simple et consister uniquement dans la séparation des ions H et Cl qui, se polymérisant respectivement à la cathode et à l'anode, devraient y donner, pour un courant capable d'électrolyser un équivalent HCl, un équivalent d'hydrogène au pôle négatif et un équivalent de chlore au pôle positif.

Le phénomène est cependant un peu plus complexe, car, si l'on recueille bien autour de l'électrode négative le poids théorique d'hydrogène pur, le gaz qui se dégage autour de l'électrode positive n'est jamais du chlore pur mais toujours un mélange de chlore et d'oxygène, lorsqu'on opère avec des électrodes inattaquables.

Le volume de l'oxygène recueilli varie dans de grandes proportions avec le titre de la dissolution : il augmente à mesure que le titre diminue et peut devenir une fraction considérable du volume du chlore que l'on devrait théoriquement obtenir.

Voici, à titre d'exemple, les résultats d'une série de déterminations faites avec des dissolutions inégalement riches, mais avec des intensités sensiblement les mêmes. Les électrodes étaient constituées par deux fils de platine de 5 10e de millimètre et de 6 cm de longueur.

| TITRES. | INTENSITÉS EN AMPÈRES. | DURÉES EN HEURES. | VOLUMES D'HYDROGÈNE $V$ EN CM³. | VOLUMES D'OXYGÈNE $v$ EN CM³. | RAPPORTS $\frac{v}{V}$. |
|---|---|---|---|---|---|
| 11,5 | 0,121 | 1 0h55' | 50,08 | 1,52 | 0,034 |
| 8,7 | 0,120 | 1 2 24 | 51,60 | 5,51 | 0,068 |
| 5,8 | 0,125 | 1 | 50,58 | 4,15 | 0,082 |
| 2,9 | 0,124 | 1 | 50,88 | 6,11 | 0,120 |
| 1,45 | 0,125 | 1 | 51,15 | 8,50 | 0,166 |
| 0,72 | 0,154 | 0 58 | 52,82 | 11,20 | 0,212 |

(1) Les volumes $V$ sont égaux aux volumes de chlore qu'on devrait théoriquement avoir autour de l'anode.

Avant lecture du volume de l'oxygène, ce gaz était soigneusement lavé, à plusieurs reprises, par agitation avec de l'eau distillée.

Il était important de savoir si ce dégagement d'oxygène était dû à l'action secondaire du chlore naissant sur l'eau de la dissolution, ou bien s'il fallait l'attribuer à l'électrolyse directe de l'eau.

Dans la première hypothèse, si l'on modifie les conditions expérimentales de façon à fixer le chlore dès sa libération, on doit arrêter ou du moins diminuer considérablement le dégagement d'oxygène. Pour fixer le chlore, je me suis servi d'électrodes positives en argent ou en mercure purs, qui ont l'avantage d'avoir une grande affinité pour le chlore et de donner avec ce corps des composés peu solubles. Dans ces conditions, en effet, du moins avec des intensités faibles, il semble bien que le corps soit fixé en totalité, car le gaz et le liquide qui entourent l'anode ne dégagent aucune odeur de ce gaz et cependant on recueille un volume d'oxygène sensiblement plus grand qu'avec une électrode en platine.

Ainsi, avec une anode en argent, une dissolution à 0,72 pour 1000, soumise pendant 1 heure à un courant de 0,122 ampère, a donné 15,56 cm³ d'oxygène et 52,4 cm³ d'hydrogène;

Digitized by Google

dans les mêmes conditions, mais avec une anode en platine, elle dégage 11,2 cm³ seulement d'oxygène.

On ne saurait donc attribuer le dégagement d'oxygène observé à l'action du chlore sur l'eau de la dissolution. Il est, au contraire, probable que le chlore fixe une certaine quantité d'oxygène pour donner naissance aux composés oxygénés de ce gaz dont on connaît la production constante autour de l'anode. Ainsi s'expliquerait pourquoi, dans l'électrolyse avec anode en argent ou en mercure, on obtient un volume d'oxygène supérieur à celui qu'on obtient avec une anode en platine.

Il semble donc que, dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur, *la décomposition électrolytique porte non seulement sur l'acide chlorhydrique, mais aussi sur l'eau de la dissolution.*

Si tout l'oxygène électrolysé pouvait être recueilli, il serait facile de connaître le rapport du nombre des ions provenant de l'eau au nombre total des ions contenus dans la dissolution. Si l'on représente par $v$ le volume de l'oxygène et par $V$ le volume de l'hydrogène, $\frac{2v}{V}$ serait égal à ce rapport, tandis que $\frac{V-2v}{V}$ serait le rapport du nombre des ions provenant de l'acide chlorhydrique au nombre total des ions de la dissolution. Ces rapports, que l'on pourrait désigner sous le nom de *facteurs d'ionisation*, seraient importants à connaître.

Dans l'exemple rapporté plus haut, ils seraient respectivement de

0,068, 0,136, 0,164, 0,240, 0,352, 0,424

pour l'eau, et

0,932, 0,864, 0,836, 0,760, 0,668, 0,578

pour l'acide chlorhydrique.

Mais ces chiffres ne sont pas exacts, car une partie inconnue de l'oxygène est fixée par le chlore et échappe à la mesure.

Quoi qu'il en soit, on peut dire dès maintenant que, dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, une partie du courant qui n'est nullement négligeable sert à l'électrolyse de l'eau de la dissolution et qu'il faut tenir compte de ce phénomène, soit dans la détermination des facteurs de transport des ions H et Cl, soit dans la mesure de la conductibilité de ces dissolutions et peut-être aussi dans la mesure de leur acidité.

**Contribution à l'étude du rayonnement calorifique du Soleil.** — Note[1] de MM. G. Millochau et C. Féry, présentée par M. Lippmann. — Il nous a paru intéressant de relier les mesures que nous avons effectuées ces deux dernières années à l'aide d'un nouveau pyrhéliomètre, aux mesures faites ordinairement au moyen des actinomètres.

Ces derniers appareils sont susceptibles de donner la quantité totale de chaleur versée par le Soleil, ce qui conduit très facilement au calcul de la constante solaire.

Dans une prochaine Note, nous montrerons comment il est possible d'intégrer les indications du télescope pyrhéliométrique dans le but d'obtenir la constante solaire, si importante à connaître, et dont les diverses valeurs données jusqu'ici présentent encore entre elles des écarts considérables allant jusqu'à 50 pour 100.

On sait que la principale difficulté dans l'emploi des actinomètres réside dans leur étalonnage en valeur absolue. Dans l'actinomètre d'Angström, adopté par le Congrès des études solaires, on a recours à une méthode de réduction au zéro; les deux soudures d'un couple thermo-électrique peuvent être échauffées simultanément, l'une par le rayonnement solaire, l'autre par un courant électrique. Il est possible d'obtenir, dans ces conditions, une différence de potentiel nulle aux bornes de la thermo-pile, ce qui a lieu quand les deux soudures sont à la même température. Si la symétrie du couple était parfaite, c'est-à-dire si les deux soudures étaient rigoureusement identiques à tous les points de vue, le nombre de watts ainsi dépensé mesurerait directement l'énergie solaire, mais il est difficile d'admettre que ces conditions soient absolument réalisées.

D'autre part, l'appareil d'Angström exige une manipulation délicate au moment de l'emploi et force l'observateur à emporter avec lui, en plus de l'instrument même, les appareils de production et de mesure du courant électrique compensateur.

En somme, un actinomètre thermo-électrique est analogue à une balance dont les deux bras seraient inégaux. Le moyen le plus simple de faire une mesure exacte dans ces conditions est d'avoir recours à une méthode de double pesée.

On fera donc agir, sur une des deux soudures, disposée à cet effet, le courant électrique, ce qui permettra de tracer la courbe d'étalonnage de l'instrument, relié à un millivoltmètre de sensibilité convenable, et, au moment de l'observation, lorsque la même soudure sera exposée au rayonnement solaire, une simple lecture sur le cadran du millivoltmètre indiquera l'énergie électrique et, par conséquent, le nombre de calories qui mesurent le rayonnement solaire. Toutes les conditions étant les mêmes, cette méthode de substitution ne soulève aucune objection. (*Suit la description de l'appareil.*)

Pour se servir de l'actinomètre, on le pointe dans la direction du Soleil, et on le maintient en direction aussi exactement que possible, puis l'observateur lit la déviation marquée et note le temps au moment où la lecture est faite.

Une courbe est ensuite tracée, en prenant pour abscisses les temps et pour ordonnées les déviations galvanométriques.

La comparaison d'une courbe actinométrique avec la courbe correspondante obtenue au moyen du télescope pyrhéliométrique montre que l'actinomètre présente une certaine inertie due à la masse de sa soudure, qui est plus de mille fois supérieure à celle de la soudure du pyrhéliomètre. Le retard est de 25 minutes.

Ce retard se retrouve dans tous les actinomètres dont

[1] Présentée dans la séance du 10 février 1908.

Digitized by Google

le récepteur a une masse non négligeable, il fausse l'étude de l'absorption atmosphérique et nécessite une correction aux mesures faites avec ces instruments.

A la courbe corrigée s'applique aussi, dans les mêmes conditions que pour le télescope pyrhéliométrique, la loi de Bouguer.

L'actinomètre a été étalonné avant et après l'ascension; les valeurs trouvées montrent que les déviations du galvanomètre sont très sensiblement proportionnelles à la puissance en watts pour les petits échauffements produits.

Les essais ont montré que les pertes par convection ne changent pas sensiblement avec l'orientation de l'actinomètre.

La déviation la plus forte, produite par le rayonnement solaire, a été obtenue le 22 août, à $12^h\,4^m$, au sommet du mont Blanc; elle est de 0,36 millivolt et correspond à 0,151 watt ou 2,16 calories. Corrigée de l'absorption atmosphérique (10 pour 100), elle conduit à 0,166 watt, ou 2,38 calories pour la valeur de la constante solaire.

L'actinomètre a été également pointé sur un four électrique chauffé à diverses températures; cette comparaison, devant servir de contrôle à l'étalonnage électrique, peut aussi conduire à une évaluation de la température effective moyenne du Soleil. Il suffit, en effet, d'appliquer, aux résultats des mesures sur le four et sur le Soleil, la loi de Stefan et de tenir compte de la surface apparente des sources rayonnantes.

Les constantes déterminées sur trois mesures conduisent aux résultats suivants :

| | Degrés absolus. | | Degrés absolus. |
|---|---|---|---|
| Four à . . . . . | 1665 | Soleil . . . . . | 5696 |
| Four à . . . . . | 1625 | Soleil . . . . . | 5695 |
| Four à . . . . . | 1280 | Soleil . . . . . | 5567 |

Cette évaluation n'a pas la précision de celles faites avec le télescope pyrhéliométrique, à cause de la petitesse de l'effet produit par le four et du peu de précision qu'on peut obtenir de la surface apparente de ce four; elle contrôle cependant, d'une manière heureuse, l'étalonnage électrique de l'actinomètre.

---

*Séance du 24 février 1908.*

**Fonctionnement du détecteur électrolytique; influence de la température.** — Note de M. Henri Abraham, présentée par M. J. Violle. — L'électrode sensible du détecteur électrolytique Ferrié est, comme on sait, constituée par une pointe de platine très fine plongeant dans une solution d'acide sulfurique; l'autre électrode est à large surface. Un transformateur reçoit les ondes de l'antenne et élève leur potentiel. Le détecteur est placé dans le circuit secondaire, qui contient aussi un condensateur réglé de façon à accorder les oscillations de ce circuit sur celles des ondes que l'on reçoit.

Ce détecteur est polarisé en permanence par un circuit auxiliaire, la pointe étant positive, et l'on règle la polarisation, au voisinage de 2 ou 3 volts, vers la limite indécise de l'électrolyse franche, à partir de laquelle la polarisation ne peut plus être augmentée qu'avec un courant permanent d'intensité beaucpup plus grande. Un téléphone est interposé dans le circuit polariseur, et l'on entend un son au passage de chaque train d'ondes.

Le mode d'action des ondes paraît être celui-ci, au moins pour les ondes faibles :

La self-induction du téléphone tend à s'opposer au passage des oscillations, et, pendant toute leur durée, si elle est très brève, le circuit du téléphone peut n'être que fort peu influencé : les oscillations agissent surtout sur la dérivation sans self-induction qui contient le détecteur.

Les demi-oscillations négatives, qui tendraient à diminuer la polarisation, agissent peu sur le courant qui traverse le détecteur. Pendant les premières demi-oscillations positives, au contraire, *la polarisation de la pointe est accrue*, et le courant augmente notablement. Mais *le supplément de courant n'est pas alimenté par le circuit polariseur, il est fourni par le circuit oscillant.* Le condensateur, qui était chargé positivement, et qui a fourni du courant positif, doit donc être partiellement déchargé. On peut dire aussi qu'il a pris une charge négative supplémentaire.

Pendant que le train d'ondes achève de passer, cette charge négative se partage entre le condensateur et le détecteur, qui fonctionne maintenant comme capacité électrolytique, et la polarisation est, en définitive, diminuée.

Le circuit polariseur est alors obligé de fournir rapidement la quantité d'électricité nécessaire pour recharger le détecteur et le condensateur à la tension normale, et c'est ce courant de recharge que l'on entend au téléphone.

Il résulterait de cette manière de voir qu'un détecteur pourrait être à peu près caractérisé par deux quantités :

1° Sa capacité de polarisation au voisinage de la tension normale;

2° Sa résistance ohmique intérieure, en série avec la capacité.

Ces deux éléments ont pu être déterminés, pour des forces électromotrices alternatives voisines du centième de volt, avec une fréquence de 500 périodes par seconde, au moyen de notre galvanomètre à courants alternatifs, muni des dispositifs décrits dans une précédente Communication faite en commun avec M. Devaux-Charbonnel (1).

Voici quelques résultats de cette étude :

Des détecteurs de différentes fabrications, mais de sensibilités comparables, sont étudiés au voisinage immédiat de leur polarisation normale, avec des forces électromotrices alternatives de l'ordre du centième de volt. Ils se comportent vis-à-vis de ces forces électromotrices comme le ferait une capacité de *quelques centièmes de microfarad* en série avec une résistance de *plusieurs milliers d'ohms.*

Sans polarisation, la résistance reste à peu près la même tandis que la capacité diminue notablement.

Des détecteurs à gros fil ont une capacité plus grande et une résistance plus faible. La variation de ces quantités est un peu moins rapide que la variation de surface de l'électrode sensible.

*Influence de la température.* — Des détecteurs ont été chauffés à 120°. Leur capacité a augmenté jusque vers 0,5 microfarad;

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1209.

Digitized by Google

*mais leur augmentation de capacité ne nuit pas à la sensibilité des détecteurs* (1).

La résistance a, par contre, beaucoup diminué, comme on devait s'y attendre. Elle est tombée à quelques centaines d'ohms.

Grâce à la très aimable collaboration de M. le capitaine Ferrié, les détecteurs chauffés à 120° ont pu être essayés au poste de télégraphie sans fil de la tour Eiffel.

Nous avons alors constaté que, à sensibilité égale, leur faible résistance intérieure permet d'obtenir un accord plus étroit de la résonance, une syntonie plus parfaite, ce qui peut présenter, pour certaines transmissions, un avantage assez sérieux.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 5 mars 1908.*

M. Kriéger traite des **Voitures à transmissions électriques.** Il fait tout d'abord l'historique de la question, il passe en revue l'omnibus mixte G.E.M., système Piéper, dont il est question dans ce numéro page 125, puis la voiture Lohner-Porsche, celle de la Société des Électromobiles, etc., et finalement il mentionne ses propres essais.

Depuis 1902, M. Kriéger a étudié et mis en service des voitures pour poids lourds dans lesquelles il a essayé de faire de l'auto-régulation, il a employé pour cela trois excitations différentes : une indépendante (fournie par une petite batterie d'accumulateurs), une excitation shunt et une excitation série démagnétisante, variable à volonté.

M. Kriéger employait des couplages série-parallèle, mais il ne tarda pas à les abandonner à cause de la difficulté d'avoir un bon appareillage supportant de fréquents couplages. Il a cherché à supprimer toute espèce d'interrupteur sur le circuit principal, et dans un modèle récent de voiture il n'emploie que des interrupteurs shuntant les enroulements, ce qui leur permet de fonctionner sans étincelles. Il a de plus supprimé la batterie d'accumulateurs et, pour éviter les collages des balais sur le collecteur, a employé un collecteur spécial en forme de disque avec lequel les balais portent de chaque côté.

Après une courte discussion à laquelle prennent part MM. Gasnier et Bochet, l'ordre du jour appelle la communication de M. Dusaugey, sur **Les installations du Sud-Électrique.**

Dans un prochain numéro nous donnerons une étude détaillée de l'organisation de cet intéressant réseau; aussi n'insisterons-nous pas dans ce compte rendu forcément un peu sommaire.

A. S.

(1) Voy. notamment, sur ce sujet, le travail récent de M. C. Tissot (*Journal de Physique*, 1908, p. 46).

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

382 556. — **Hausmann.** — *Perfectionnements dans l'électrolyse des métaux* (27 avril 1907).

382 595. — **Cornu.** — *Perfectionnements dans l'incandescence des lampes électriques* (28 septembre 1907).

382 585. — **Philippe.** — *Lampe électrique à incandescence* (4 octobre 1907).

382 766. — **Jancey.** — *Isolateur-protecteur pour conversations téléphoniques* (11 octobre 1907).

382 815. — **Steidle.** — *Système de commutation automatique pour postes secondaires* (20 septembre 1907).

382 610. — **Schwarzwalder.** — *Pile galvanique* (5 octobre 1907).

382 717. — **Lehmann.** — *Indicateur pour machines dynamos à grande vitesse* (14 décembre 1907).

382 630. — **Société Ernst Eisemann.** — *Fiche de contact élastique* (5 octobre 1907).

382 641. — **Société Chauvin et Arnoux.** — *Wattmètre électrodynamique* (12 décembre 1906).

382 714. — **Nodon.** — *Lampe électrique à vapeurs* (14 décembre 1906).

382 769. — **Didier.** — *Douille-support pour lampes à incandescence* (11 octobre 1907).

382 819. — **Jones.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (30 septembre 1907).

382 883. — **Andrieux.** — *Téléphone* (14 octobre 1907).

382 900. — **Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.** — *Dispositif de commutation pour moteur à répulsion « système Latour »* (15 octobre 1907).

383 010. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Perfectionnements dans les enroulements d'induits* (17 octobre 1907).

383 016. — **Graetzer.** — *Borne de connexion des fils conducteurs aux appareils électriques* (18 octobre 1907).

382 898. — **Siemens et Halske Aktien Gesellschaft.** — *Fabrication de filaments pour lampes électriques* (15 octobre 1907).

382 899. — **Siemens et Halske Aktien Gesellschaft.** — *Fabrication de filaments en métaux peu fusibles pour la lumière électrique* (15 octobre 1907).

382 922. — **Gluhlampenwerk Anker Gesellschaft mit beschränkter Haftung.** — *Procédé de fabrication de corps éclairants électriques* (15 octobre 1907).

382 970. — **Coombs.** — *Support-applique pour lampes électriques* (16 octobre 1907).

383 140. — **Kitsee.** — *Relais pour signaux télégraphiques* (19 octobre 1907).

383 195. — **Paolu.** — *Diaphragme téléphonique* (22 octobre 1907).

383 202. — **Nikiforoif.** — *Microphone* (22 octobre 1907).

383 258. — **Meyer.** — *Procédé de transmission de signaux télégraphiques* (24 octobre 1907).

383 105. — **Société Westinghouse.** — *Perfectionnements dans les enroulements d'induits* (18 octobre 1907).

Digitized by Google

385 125. — **Pigeaud**. — *Dynamo à vitesse variable* (19 octobre 1907).

385 210. — **Pinton**. — *Machine magnéto-électrique* (25 octobre 1907).

385 224. — **Weman**. — *Procédé pour établir une pile électrique primaire* (25 octobre 1907).

385 255. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft**. — *Machine compound à collecteur pour courant alternatif* (25 octobre 1907).

385 257. — **Compagnie générale électrique**. — *Système de dynamos et électro-moteurs* (25 octobre 1907)

385 041. — **Hickley**. — *Perfectionnements aux redresseurs électrolytiques* (30 juillet 1907).

383 086. — **Pirdschun**. — *Commutateur électrique* (12 octobre 1907).

385 092. — **Timar et Von Dreger**. — *Système de transformation de courant* (16 octobre 1907).

385 125. — **Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerk Aktien Gesellschaft**. — *Procédé et dispositif pour faire varier la différence de potentiel entre deux points entre lesquels doit circuler un courant d'intensité sensiblement constante* (19 octobre 1907).

385 165. — **The Rowland Telegraphic C°**. — *Équilibrage des lignes de circuits électriques* (21 octobre 1907).

385 206. — **Bergmann**. — *Interrupteur électrique* (23 octobre 1907).

385 269. — **Charbonneau et Malaquin**. — *Appareil permettant l'emploi de deux ondes du courant alternatif à haute fréquence dans un transformateur mono ou bipolaire* (24 octobre 1907).

385 055. — **Timar et Von Dreger**. — *Lampe à arc* (17 septembre 1907).

385 112. — **Baron**. — *Perfectionnements dans les enrouleurs pour lampes à arc* (19 octobre 1907).

385 151. — **Atkinson's Patents Limited**. — *Lampes à incandescence électrique* (19 octobre 1907).

385 208. — **Société Gebruder Siemens et C^ie^**. — *Électrodes de lumière à arc pour projecteurs* (25 octobre 1906).

385 236. — **Timar et Von Dreger**. — *Lampe à arc avec électrodes sur un axe commun* (23 octobre 1907).

385 247. — **Timar et Von Dreger**. — *Lampe à arc avec électrodes disposées axialement vis-à-vis les unes des autres* (24 octobre 1907).

383 248. — **Timar et Von Dreger**. — *Procédé pour l'obtention d'une consommation plus lente des charbons des lampes à arc* (24 octobre 1907).

385 335. — **Société Typewriter C°**. — *Perfectionnements dans les récepteurs d'appareils télégraphiques* (29 juillet 1907).

383 343. — **Pick et Pick**. — *Dispositif protecteur pour prévenir la contamination des appareils télégraphiques* (26 octobre 1907).

385 316. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort**. — *Perfectionnements dans la construction des machines électriques* (2 octobre 1907).

385 328. — **Société anonyme Westinghouse**. — *Perfectionnements dans les moteurs à courant alternatif* (25 octobre 1907).

385 350. — **Mandon**. — *Pile-batterie automatique* (26 octobre 1907).

385 376. — **Milton**. — *Machine magnéto-électrique* (28 octobre 1907).

385 377. — **Milton**. — *Machine magnéto-électrique à haute tension* (28 octobre 1907).

385 448. — **Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke Aktien Gesellschaft**. — *Dispositif pour la production de courant continu* (30 octobre 1907).

385 520. — **Gradolph**. — *Dispositif pour la transmission de l'énergie électrique* (22 octobre 1907).

385 559. — **Fabrik elektrischer Zünder Gesellschaft mit beschränkter Haftung**. — *Procédé pour la fabrication de corps formant résistances électriques* (28 octobre 1907).

385 573. — **De Modzelewski**. — *Condensateur à électrodes d'aluminium* (28 octobre 1907).

385 405. — **Schroder**. — *Conducteurs électriques à enveloppes en fer* (29 octobre 1907).

385 462. — **Baumann**. — *Compteur d'électricité* (31 octobre 1907).

385 474. — **Savart et Graindorge**. — *Trembleur électrique* (31 octobre 1907).

385 556. — **Artom**. — *Appareil récepteur pour signalations électriques* (10 janvier 1907).

385 540. — **Basset**. — *Pile ou générateur d'électricité* (31 octobre 1907).

385 635. — **Noyau**. — *Perfectionnements aux piles primaires* (5 novembre 1907).

383 641. — **Fry**. — *Perfectionnements dans les procédés et appareils pour la production d'électricité au moyen de la vapeur* (6 novembre 1907).

383 596. — **Fontaine**. — *Contacts électriques* (12 janvier 1907).

385 609. — **Strode et White**. — *Perfectionnements aux dispositifs de connexions électriques* (5 novembre 1907).

385 695. — **Scheffler et Schumacher**. — *Bornes pour la jonction des fils conducteurs d'électricité* (8 novembre 1907).

385 620. — **Société Ernst Eisemann et C^ie^**. — *Connexion pour câbles* (5 novembre 1907).

385 700. — **Raworth**. — *Méthode et appareils pour le contrôle des appareils électriques* (8 novembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Société l'Éclairage électrique**. — C'est le 16 novembre dernier que s'est tenue l'assemblée ordinaire de cette Société, sous la présidence de M. Marcilhacy, président du Conseil d'administration.

A l'assemblée de novembre 1906, le rapport du Conseil faisait espérer que l'exercice 1906-1907 profiterait en partie de l'augmentation de capital effectuée en mai 1906, par suite de la mise en service des nouveaux bâtiments en cours de construction et du nouvel outillage en cours d'installation. Cependant, des retards de nature diverse n'ont pas permis à ces prévisions de se réaliser, et ce n'est que vers la fin de l'exercice 1906-1907 que la Société a pu profiter de cet accroissement des moyens de production.

Le bénéfice net de l'exercice 1906-1907 s'est élevé néanmoins à 466 246,85 fr contre 516 168 fr pour l'exercice 1905-1906, soit une augmentation de 150 078 fr en faveur de l'exercice 1906-1907.

Digitized by Google

Le programme que s'était tracé la Société consistait d'une part dans l'accroissement de la surface couverte de ses ateliers de près de 3000 m², en les dotant de machines-outils nouvelles perfectionnées et de grand rendement, d'autre part dans la réunion dans un local commun du siège social, des services commerciaux et de celui des études avec les ateliers, et cela dans le but de faciliter l'expédition des affaires.

Durant l'exercice 1906-1907, le montant des commandes inscrites a été de 5 360 380 fr, dépassant de 856 930 fr le chiffre des commandes de l'exercice précédent.

Au 1er juillet 1907, le carnet de commandes inscrites restant à exécuter se chiffrait par 2 106 206 fr.

Il est à noter que les conditions dans lesquelles la Société a travaillé, les variations fort sensibles subies par le cours du cuivre, les augmentations du prix de la main-d'œuvre, ont pesé sur l'exercice; le Conseil espère toutefois que la progression du chiffre d'affaires permettra dans l'avenir de mieux répartir les charges nécessaires inhérentes à son industrie.

Le Conseil croit également que le nouvel outillage répond au besoin du moment où les engins électriques de toute nature sont entrés dans la pratique courante de toute l'industrie, tant grande que moyenne, et au moment où la création de toutes parts de sources hydrauliques d'énergie électrique, de même que l'abaissement des prix de vente du courant, permettront l'usage de l'électricité dans la plus petite industrie.

En attendant, la situation reste satisfaisante, comme le font ressortir le compte de Profits et Pertes et le bilan mentionnés ci-dessous.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Immeubles : | |
| Rue de Crimée, 81 | 100 000,00 fr. |
| Rue Lecourbe, 251 | 400 000,00 |
| Rue Lecourbe, 361 | 1 459 167,08 |
| Prime de remboursement sur obligations émises | 81 391,00 |
| Brevets | 1,00 |
| Mobilier | 46 484,37 |
| Outillage | 1 036 768,14 |
| Travaux en cours à l'usine | 1 345 050,61 |
| Travaux en cours (installations) | 253 772,15 |
| Magasin à l'usine | 642 924,45 |
| Matériel prêté ou en dépôt | 127 005,50 |
| Cautionnements | 27 420,45 |
| Portefeuille | 643 236,55 |
| Effets à recevoir | 370 983,85 |
| Débiteurs divers | 1 296 278,91 |
| Caisse et banquiers | 323 256,65 |
| Total | 8 153 738,29 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 6 000 000,00 fr. |
| Réserve statutaire | 149 640,08 |
| Réserve disponible | 2 605,35 |
| Obligations amorties | 83 500,00 |
| Obligations en circulation | 799 000,00 |
| Intérêts et dividendes non réclamés | 64 856,59 |
| Créditeurs divers | 548 109,35 |
| Obligations sorties à rembourser | 18 500,00 |
| Loyers d'avance | 5 250,00 |
| Solde de l'exercice précédent | 16 030,99 |
| Solde de l'exercice actuel | 466 246,85 |
| Total | 8 153 738,29 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Recettes.*

| | |
|---|---|
| Produits de la construction | 1 198 983,85 fr. |
| Produits des installations | 143 956,83 |
| Produits des immeubles | 23 010,92 |
| Produits des valeurs | 52 279,76 |
| Coupon actions n° 13 périmé | 8 835,90 |
| Bénéfices bruts | 1 427 067,26 fr. |

| | | |
|---|---|---|
| *Report des recettes* | | 1 427 067,26 fr. |
| *Dépenses.* | | |
| Coupons obligations nos 15 et 16 | 32 060,00 | |
| Amortissement d'obligations | 32 000,00 | |
| Au Conseil d'administration | 25 000,00 | |
| Au Commissaire des comptes | 1 000,00 | |
| Impôts divers et timbres | 31 438,58 | |
| Publicité et brevets | 12 640,00 | |
| Assurances incendie et ouvrière | 26 480,23 | |
| Services administratifs et divers | 800 201,60 | |
| | | 960 820,43 fr. |
| | | 466 246,83 fr. |

Après s'être mis à la disposition des actionnaires pour leur donner tous les renseignements qu'ils pourraient désirer, le président fit approuver les résolutions suivantes :

*Première résolution.* — L'Assemblée générale des actionnaires réunie le 26 novembre 1907 au siège social de la Société, 364, rue Lecourbe, après avoir pris connaissance du rapport et des comptes présentés par le Conseil d'administration, ainsi que du rapport du commissaire des comptes, approuve dans toutes ses parties le rapport du Conseil d'administration et les comptes de l'exercice 1906-1907 tels qu'ils lui sont présentés.

*Deuxième résolution.* — L'Assemblée générale décide que la somme de 466 246,83 fr formant le solde disponible du compte de Profits et Pertes de l'exercice sera répartie de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| 5 pour 100 à la réserve légale | 23 312,34 fr. |
| 5 pour 100 au capital versé | 300 000,00 |
| Au fonds d'amortissement | 30 000,00 |
| Ensemble | 353 312,34 fr. |

laissant un solde disponible de 112 934,49 fr, que les statuts attribuent à raison de 10 pour 100 au Conseil d'administration, soit 11 293,44 fr, et 5 pour 100 à l'administrateur délégué, soit 5646,72 fr; laissant un nouveau solde de 95 994,53 fr, sur lesquels il sera prélevé 75 000 fr pour être distribués aux actionnaires et parts de fondation et 20 994,35 fr, qui seront répartis à nouveau.

Les 75 000 fr attribués aux actionnaires et parts de fondation seront répartis : 80 pour 100, soit 60 000 fr aux actionnaires à titre de dividende supplémentaire à raison de 2,50 fr brut par action, soit 1 pour 100 du capital; 20 pour 100, soit 15 000 fr aux 5000 parts de fondation, à raison de 3 fr brut par titre.

Le dividende de l'exercice sera ainsi de : pour les actions, 15 fr brut, soit 6 pour 100 du capital, net au nominatif 14,40 fr, au porteur 13,85 fr, et payable à partir du 3 janvier 1908 sur présentation du coupon n° 20.

Celui des parts de fondation sera de 3 fr brut par part, net 2,75 fr au porteur et payable sur présentation du coupon n° 4 à notre caisse, 364, rue Lecourbe.

*Troisième résolution.* — L'Assemblée réélit MM. Fabry, Carimentrand, Abadie et Voillaume, administrateurs pour trois ans.

*Quatrième résolution.* — L'Assemblée nomme M. Nivoit commissaire des comptes pour l'exercice en cours et fixe à 1000 fr le montant de sa rémunération, et M. Malézieux, commissaire adjoint, sans rémunération spéciale.

*Cinquième résolution.* — L'Assemblée générale accorde aux administrateurs, en tant que besoin sera, l'autorisation de passer avec la Société des marchés, ou traiter avec elle des affaires qui peuvent l'intéresser.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 427. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 391. 10 Avril 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Les installations électriques dans Paris. — Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908). — Une nouvelle lampe à mercure et à filament de charbon. — Construction d'un tramway électrique souterrain. — Le rachat des stations centrales allemandes. — Électro-aimants de démonstration. — Machine à vapeur demi-fixe à faible consommation. . . . . 145

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Étranger :* Buenos-Ayres . . . . 146

LES PROGRÈS DU SYSTÈME MÉTRIQUE. **Ch.-Ed. Guillaume**. . . . 147

L'ALLUMAGE ÉLECTRIQUE SYSTÈME LODGE. **A. Soulier**. . . . . 151

RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SUISSE. (*Suite et fin.*) **A. Z.** . . . . . 152

LE CHAUFFAGE DES VOITURES PAR L'ÉLECTRICITÉ. **G. Goisot**. . . . . 156

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 2 mars* 1908. Mesure électrique des petites longueurs. . . . . 160

DOCUMENTS OFFICIELS. — Arrêté déterminant les conditions techniqu s auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur la distribution d'énergie. . . . . 161

Décret portant réorganisation du Conseil des Prud'hommes. 166

BREVETS D'INVENTION . . . . . 167

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale :* Compagnie générale d'Electricité. . . . . 167


## INFORMATIONS

**Les installations électriques dans Paris.** — Rappelons que la convention du 5 septembre 1907, pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris, contient (*art.* 71) la clause suivante : « Quant aux colonnes montantes, coffrets, branchements et arrivées aux compteurs qu'il voudrait établir à ses frais et donner ensuite en location, le concessionnaire devra, pour les exécuter, s'adresser par voie d'adjudication à des entrepreneurs reconnus par la Commission de contrôle municipale comme présentant les garanties nécessaires pour la bonne exécution des dits travaux. »

En conséquence, les entrepreneurs désireux de concourir aux travaux en question sont invités à adresser leur demande à M. le Préfet de la Seine en y joignant tous renseignements, certificats et références utiles pour l'instruction de leur demande.

La liste des entrepreneurs agréés ne sera jamais close. Au fur et à mesure de l'instruction des demandes, les entrepreneurs reconnus capables y seront inscrits. Ils seront radiés lorsqu'ils cesseront de remplir les conditions de capacité voulues.

**Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908).** — Relevé des nouveaux exposants ayant donné leur adhésion à ce jour (voy. n° 390, du 25 mars) :

Aciéries Edgard Allen (Compagnie française des), Paris.
Aubert (A.), Lausanne.
Cric Caplen Bouer et Debray (Société), à Ivry-Port (Seine) (représenté à Marseille par Lajeunesse).
David Rojat, Nîmes.
Domange (A.), Paris.
Électrochimique du Giffre (Société), Paris.
Électrométallurgique de Laval (Société) (Abel Piffre, ingénieur, Paris).
Entreprises et Exploitations électriques (Société française), Paris.
Eschmann (J.), Marseille.
Gaz de Marseille (Société du).
Giber (E.), Paris.
Grenier (Établissements français Aubert), Dijon.
Installations de Lumière, Chauffage et Force motrice (Société générale d'), Paris.
Jools (Vve Jeanne), Marseille.
Lutèce électrique (La), Paris.
Marseillaise de Charbonnage (Compagnie), Marseille.
Meffre (Gaston), Marseille.
Priou (Victor), Marseille.
Richard Heller, Paris.
Schroeder (Paul), ingénieur, Stuttgard.
Simon frères, Cherbourg.
Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, Paris.
Thiébault (Pierre), Marseille.
Tissot et Raibaud, Marseille.
Vedovelli et Priestley, Paris.



Digitized by Google

**Une nouvelle lampe à mercure et à filament de charbon.** — Nous apprenons qu'un constructeur italien a eu l'heureuse idée de fondre en une seule la lampe à incandescence ordinaire et la lampe à vapeur de mercure. Si on relie les deux extrémités du filament de la lampe à une source de courant convenable il devient incandescent et échauffe peu à peu le mercure dont la vapeur s'illumine et ajoute son effet à celui du filament.

La consommation d'énergie est faible, car la présence de la vapeur de mercure entraîne le refroidissement du filament de charbon dont la résistance croît. Cet abaissement de la température du filament a pour effet de l'amener à une teinte voisine du rouge, en sorte que l'ensemble donne une lumière très agréable. A. S.

**Construction d'un tramway électrique souterrain.** — Il est question d'établir à Christiania un tramway électrique souterrain destiné à relier directement le centre de la ville à la station de Majorstuen, point de départ du chemin de fer électrique de Holmenkollen, lieu d'excursion très fréquenté, à 400 m d'altitude, à une dizaine de kilomètres au nord-ouest de la capitale; une foule innombrable s'y rend en toutes saisons et surtout en février, au moment du grand concours de « ski ».

Le tramway électrique ordinaire aboutit déjà, après quelques détours, à la station de Majorstuen, mais ce parcours exige 25 minutes en moyenne, tandis que le projet nouveau ne prévoit plus que 4 ou 5 minutes.

On devra creuser un tunnel d'environ 2 kilomètres sous la ville. Les frais de premier établissement, sans le matériel roulant, sont évalués à 2 millions de francs. Les wagons seront d'un type spécial exclusivement en fer et en acier.

**Le rachat des stations centrales allemandes.** — La presse allemande, et particulièrement la presse technique, s'occupe actuellement du monopole que le gouvernement allemand, poussé par la pénurie de ses finances, projette d'établir sur l'électricité. D'après ce que l'on suppose, l'État reprendrait toutes les stations centrales électriques existantes et se réserverait la construction exclusive des usines nouvelles. On craint même que ce projet n'aille jusqu'à retirer aux industriels le droit de produire eux-mêmes l'énergie électrique destinée à actionner leurs propres usines.

Malgré son invraisemblance et la réprobation générale du monde industriel, le projet paraît sérieux, d'après certains indices recueillis. Il entraînerait certainement un renchérissement notable du prix de l'énergie électrique, étoufferait toute initiative privée et aurait en général pour l'industrie des conséquences désastreuses, comme c'est le cas de tous les monopoles d'État : nous ne le savons, hélas! que trop en France.

**Électro-aimants de démonstration.** — Afin de montrer bien clairement l'importance qu'il y a à rendre aussi perméable que possible le circuit magnétique d'un électro-aimant, c'est-à-dire de diminuer le parcours des lignes de force dans l'air, dans ses leçons d'électricité industrielle à l'école professionnelle municipale Diderot, M. Loppé utilise un électro-aimant constitué par deux noyaux disposés verticalement, dont l'armature, placée à la partie inférieure, porte un crochet et un plateau que l'on peut charger de poids et dont la culasse, disposée à la partie supérieure, peut être éloignée ou rapprochée des noyaux en agissant sur une vis verticale.

Le courant d'excitation étant maintenu constant (et par conséquent les forces magnéto-motrices l'étant également), l'armature et la culasse étant en contact avec les noyaux, on charge le plateau porté par l'armature du poids le plus élevé pour lequel cette armature reste encore attirée.

En agissant ensuite sur la vis de manière à éloigner la culasse des noyaux, et à forcer les lignes de force à franchir un double espace d'air, on voit bientôt l'armature tomber, ce qui prouve clairement que, par suite de l'augmentation de la reluctance du circuit, le flux a diminué, car les forces magnéto-motrices n'ont pas varié.

L'électro-aimant construit par les élèves sous la direction de M. Fournier, professeur d'ajustage, chargé spécialement des travaux d'électricité, a les dimensions suivantes :

| | |
|---|---|
| Section des noyaux, en cm² | 2,54 |
| Section de l'armature et de la culasse, en cm² | 5,6 |
| Hauteur des noyaux, en cm | 7,8 |
| Distance des noyaux d'axe en axe, en cm | 6,7 |
| Diamètre du fil de cuivre des bobines, en mm | 0,5 |
| Diamètre total du fil isolé des bobines, en mm | 0,8 |
| Nombre de spires pour les deux bobines | 5910 |

Sous une tension de 4 volts, l'intensité du courant est de 0,10 ampère, de sorte que la force magnéto-motrice atteint 591 ampère-tours. Avec cette excitation, la culasse touchant les noyaux, l'armature peut supporter un poids limite de 10 kg, dès que l'on éloigne la culasse des noyaux, l'armature se décroche pour un entrefer de 0,5 mm, l'armature ne peut plus supporter au maximum que 5 kg; pour un entrefer de 1,5 mm 2 kg et pour un entrefer de 5 mm 1 kg. F. L.

**Machine à vapeur demi-fixe à faible consommation.** — La maison R. Wolf, de Magdebourg, bien connue pour ses locomobiles, vient d'établir un modèle de moteur à vapeur demi-fixe à faible consommation. Cette machine, à triple expansion, ne dépenserait que 504 g de charbon par cheval-heure sur l'arbre, et 475 g par cheval indiqué.

Cette construction nouvelle représente un réel progrès qui fait honneur à l'initiative du constructeur.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### ÉTRANGER

**Buenos-Ayres.** — *Adjudication.* — La municipalité de Buenos-Ayres ouvre un concours public pour l'adjudication des travaux de construction de deux principales lignes constituant le réseau de chemin de fer métropolitain souterrain à traction électrique en projet.

En même temps, dans le but de faciliter les combinaisons financières des intéressés, la municipalité ouvre un concours pour l'adjudication de l'affermage de l'exploitation desdites lignes, une fois leur construction terminée.

Ces deux adjudications auront lieu conformément aux conditions contenues au cahier des charges, lequel se trouve à partir de ce jour à la disposition des intéressés, à la chancellerie de la Légation argentine, à Paris, 62, boulevard de Courcelles, de 2 heures à 5 heures, où ils pourront également étudier certains plans contenant des détails utiles pour la rédaction du projet définitif de chemins de fer qui devra être joint à chaque soumission.

Le texte espagnol des conditions de l'adjudication est le seul officiel. Les traductions française et anglaise qui sont jointes n'ont d'autre but que de rendre facile la compréhension de ce document. Les soumissions pour la construction et pour l'exploitation devront parvenir à M. l'intendant municipal de la ville de Buenos-Ayres avant le 1er mai 1908, date à laquelle les plis seront décachetés en présence des intéressés qui voudraient se rendre à cette séance.

Digitized by Google

# LES PROGRÈS DU SYSTÈME MÉTRIQUE

## L'ORGANISATION INTERNATIONALE DES POIDS ET MESURES

L'admirable Système des Poids et Mesures que la France a donné au monde n'est point soustrait, par sa perfection même, à la loi d'évolution. Un système de mesures n'est pas un but; il est un moyen et un outil; il doit donc suivre l'ambiance dans sa marche vers le progrès, et s'adapter sans cesse aux multiples exigences de la science, de l'industrie et du commerce. Ces conditions auraient déjà, à elles seules, imposé au Système métrique une sorte de vie interne, s'il était resté strictement français; mais, réalisant l'espoir de ses fondateurs, il s'est largement répandu dans le monde, et les besoins très divers auxquels il est ainsi appelé à répondre lui ont imposé une structure nouvelle, lentement édifiée, et dont la cohésion est de plus en plus complète.

Pendant les trois premiers quarts du siècle écoulé, les progrès du Système métrique furent seulement consignés dans des lois nationales, n'ayant entre elles aucune dépendance. Mais le besoin d'une plus grande uniformité dans les définitions, celui surtout de la parfaite identité dans les mesures, conduisirent à créer toute une organisation internationale, que consacre la Convention du 20 mai 1875, et dont les conséquences, encore trop peu généralement connues, n'ont point tardé cependant à être ressenties.

La Convention du mètre institue d'abord « un Bureau international, scientifique et permanent », chargé de toutes les questions d'ordre technique soulevées par la nécessité de conserver les bases fondamentales du Système métrique et d'en perfectionner les applications. Ce Bureau est placé sous la surveillance d'un Comité international, composé de quatorze membres, appartenant à des nationalités différentes, et qui reçoit ses pouvoirs d'une Conférence réunie à Paris tous les six ans.

C'est dans les réunions de cette Conférence, dont les débats sont dirigés par le Président en exercice de l'Académie des sciences de Paris, que les gouvernements font connaître directement leurs intentions, par l'organe de leurs délégués plénipotentiaires; c'est là aussi que sont discutées les questions d'intérêt général pour le développement du Système métrique; c'est, enfin, la Conférence générale qui donne les sanctions nécessaires aux décisions dont les législations auront ultérieurement à tenir compte.

La Conférence s'est réunie en octobre dernier, sous la présidence de M. H. Becquerel. Elle a pris d'importantes résolutions, longuement préparées par des travaux scientifiques ou des correspondances diplomatiques; et, à l'occasion de cette réunion, il a été fait une revision et comme une mise au point de l'état du Système métrique dans le monde. Certains détails en sont peu connus, qui mériteraient de l'être davantage. On me permettra de les exposer brièvement dans ce journal.

*Les définitions fondamentales.* — Dissipons d'abord un malentendu. Fréquemment on oppose au Système métrique le Système C.G.S. Le premier, dit-on, est imprécis; le second est seul rationnel, parce qu'il est fondé sur les notions modernes de la masse et de la force.

Cette affirmation en sous-entend une autre. Dans le système métrique, le kilogramme est un poids, c'est-à-dire une force, tandis qu'il est une masse dans le Système C.G.S.

C'est là une erreur de fait, doublée d'une erreur historique. Si l'on relit avec attention les rapports des fondateurs eux-mêmes du Système métrique, on est frappé du soin avec lequel, tout en désignant le kilogramme comme un poids, ils affirment qu'il mesure une quantité de matière et non une force. Dans la terminologie peu précise de cette époque, ils ne pouvaient guère distinguer qu'entre le *poids relatif* et le *poids absolu*. Ce dernier terme définit la nature du kilogramme, et le contexte ne laisse aucun doute sur l'identité de la notion ainsi représentée et celle que nous nommons aujourd'hui la masse.

C'est beaucoup plus tard que, voulant préciser, les professeurs d'arithmétique indiquèrent l'endroit où ce poids possédait sa valeur normale; et dès lors, et pour plusieurs décades, le kilogramme resta une force.

Pour le Comité international des poids et mesures, le kilogramme fut toujours une masse. Il jugea cependant nécessaire, pour mettre fin à toute indécision, de le déclarer formellement en 1887; et la Conférence du Mètre de 1889, qui sanctionna les nouveaux étalons internationaux, a rendu cette définition indiscutable en la liant à celle de l'étalon du kilogramme international.

Mais on peut partir de cette définition fondamentale, pour spécialiser diversement le Système métrique dans son application à la mesure des forces. La commodité de la réalisation précise de ces dernières par l'action mutuelle entre la terre et une masse connue devait nécessairement faire accepter, comme unité pratique de la force, celle qui est exercée sur son support en repos, par l'unité de masse. C'est cette définition qui a seule été en usage pendant longtemps; elle a été précisée, dans les dernières décades, par l'indication de l'endroit de la terre où la masse possédait son poids normal.

Puis, en créant le Système C.G.S., on a voulu à la fois se libérer d'une indécision et d'une contingence, et donner, par surcroît, à l'unité de la force, une valeur logiquement exprimée par 1 dans un système dynamique complet.

Ainsi donc, le Système métrique a donné lieu à deux spécialisations dans la mesure des forces, celle des *mécaniciens* et celle des *physiciens*. On ne saurait opposer ni l'une ni l'autre au système fondamental lui-même, dont elles ne sont que des applications diversement comprises.

Digitized by Google

*La conservation des unités.* — L'identité pratique, dans le cours du temps, des unités du Système métrique est de première importance. Elle implique les plus minutieuses précautions pour la conservation des étalons, que l'on doit soustraire à toutes les causes présumées de variation.

On sait comment les prototypes internationaux sont enfermés, sous triple serrure, dans une cave profonde, et inaccessible sans la possession de trois clefs, dont l'une est déposée aux Archives de France, une autre sous la garde du Président du Comité international, la troisième seule aux mains du Directeur du Bureau.

Le mètre et le kilogramme sont accompagnés chacun de quatre témoins, de même valeur métrologique, sinon légale, et qui, aussi longtemps qu'ils présenteront entre eux une concordance élevée, dispenseront de recourir aux prototypes fondamentaux.

Les étalons distribués aux États sont, naturellement, exposés à plus de causes de changements. Indépendamment des voyages qu'ils ont eu à subir, ils doivent servir, en principe, à toutes les comparaisons de premier ordre destinées à établir la valeur des étalons desquels sont dérivés ceux des vérificateurs. Des trépidations pour les mètres, un peu d'usure pour les kilogrammes sont alors bien difficilement évitées.

Pour les premiers, les changements dus à des actions extérieures sont d'ailleurs moins à craindre que pour les seconds. C'est plutôt dans des modifications internes que l'on devra en rechercher la cause possible, sinon probable.

Il n'a pas semblé nécessaire, jusqu'ici, de rassembler à nouveau les mètres prototypes des États, et l'on s'est contenté de la présomption d'invariabilité pratique fournie par les comparaisons fréquentes des étalons du Bureau international entre eux, dans les travaux auxquels ils participent constamment.

Le résultat de ce contrôle réciproque est aussi rassurant qu'on eût pu l'espérer. En aucun des groupes importants de comparaisons, l'équation relative des mètres étalons du Bureau ne s'est écartée de un dix-millionième de celle du début. En d'autres termes, la conservation relative de ces étalons s'est révélée du même ordre que celui de la plus extrême précision des mesures.

Dans le petit nombre des mètres étalons nationaux occasionnellement renvoyés au Bureau, un seul a présenté un changement supérieur à la limite possible des erreurs des mesures. Un accident dûment constaté ayant fait désirer son contrôle, on a trouvé effectivement une variation indubitable, mais encore inférieure au millionième de sa longueur.

Jusqu'ici, dix-sept kilogrammes ont été déterminés à nouveau par les soins de M. Benoît, qui a consacré à cette opération un labeur très considérable.

Le résultat est tout aussi rassurant que pour les mètres. En effet, treize des kilogrammes avaient encore, avec une approximation de l'ordre du cent-millionième, l'équation relative du début. Les autres avaient subi de petits changements, en raison d'un peu d'usure dans les opérations fréquemment répétées. Mais la plus grande variation d'un kilogramme était seulement égale au vingt-millionième de la valeur de l'étalon. Une nouvelle équation a été attribuée à ce kilogramme, qui définira de nouveau et pour une période prolongée l'unité de masse au cent-millionième près.

### CONTRÔLE PAR DES PHÉNOMÈNES NATURELS ET TRAVAUX FONDAMENTAUX

*Les longueurs d'ondes fondamentales.* — La conservation relative de divers étalons du mètre est évidemment une présomption de leur conservation absolue et la première condition pour que celle-ci puisse être espérée ou escomptée.

Étant données les différences notables dans le traitement subi par des mètres dont on a retrouvé l'équation relative sans aucun changement mesurable, cette présomption est déjà un commencement de preuve d'une valeur très grande. Mais l'importance de la conservation rigoureuse des unités métriques a fait désirer d'autres contrôles.

Depuis longtemps, le repérage des unités de mesures sur des données naturelles a été cherché par les métrologistes et consigné dans les lois qui les ont rapportées aux dimensions de la terre et à la longueur du pendule en un endroit déterminé. Le défaut de précision des mesures nécessaires à établir les relations entre ces diverses grandeurs et les corrections qu'il faut sans cesse leur apporter, par le fait même du progrès des mesures géodésiques, les ont fait abandonner définitivement pour n'y plus revenir.

Les longueurs des ondes lumineuses, proposées indépendamment par Maxwell et par Fizeau, offrent, à tous égards, des garanties bien supérieures d'invariabilité et de précision. Mais, pour que le contrôle mutuel des étalons métriques et des longueurs d'ondes lumineuses eussent un sens pratique, il était nécessaire de pousser, dans la comparaison, la précision jusqu'à un degré très élevé, et certainement au delà du demi-millionième.

Les méthodes inaugurées par M. Michelson purent, les premières, prétendre à une exactitude de cet ordre. Après une étude très approfondie de la structure des raies spectrales faites par l'éminent physicien américain, un travail exécuté en 1892 et 1893 avec la coopération de M. Benoît, directeur du Bureau international, fournit la relation cherchée, c'est-à-dire la valeur métrique de certaines longueurs d'ondes particulièrement simples, celles du cadmium, avec une précision qui semblait atteindre, sinon dépasser, la limite indiquée ci-dessus.

Un travail analogue, par des méthodes plus parfaites encore, a été exécuté l'an dernier par MM. Benoît, Perot et Fabry, aux frais du Bureau international et sous les auspices du Comité dont il dépend. Toutefois, des dispositions de local ont conduit à utiliser, pour une partie des comparaisons, les installations du Laboratoire d'essais

Digitized by Google

du Conservatoire des Arts et Métiers, dont M. Perot était alors le directeur.

Dans ces expériences, pour lesquelles ont été réunies les compétences les plus complètes soit dans la mesure des étalons à traits, soit dans l'observation des phénomènes interférentiels, l'exactitude réalisée semble avoir atteint et peut-être dépassé le dix-millionième. Or la valeur obtenue pour les longueurs d'ondes fondamentales s'est trouvée, au dix-millionième près, égale à celle qui avait été établie, quatorze ans auparavant, par MM. Michelson et Benoît.

Ces expériences seront reprises périodiquement. Même, conformément à une décision du Comité international, on construira des étalons interférentiels en quartz, qui seront déterminés également en fonction des ondes lumineuses, et qui fourniront, dans le cours du temps, un troisième repère des longueurs.

On ne peut savoir quelles exigences imposeront aux étalons de longueur les futures générations de physiciens. Mais il est difficile de se représenter les conditions de travail pour lesquelles les contrôles accumulés aujourd'hui autour de l'unité fondamentale du système métrique pourraient devenir insuffisants.

*Masse du décimètre cube d'eau.* — C'est aussi, au moins en partie, afin d'assurer un contrôle dans le cours du temps, que les fondateurs du Système métrique fixèrent le kilogramme comme étant la masse de 1 $dm^3$ d'eau pure. Mais cette valeur particulière du kilogramme avait encore une bien autre importance, résultant du double mode de définition pratique des volumes.

Rien n'est plus simple, en apparence, que de transporter dans le domaine de la mesure la définition d'un volume que donne la géométrie. La contenance d'un vase cylindrique se déduit immédiatement de sa hauteur et du diamètre de sa section. Ce n'est donc pas dans le calcul que gît la plus petite difficulté. Mais aucun vase n'est rigoureusement cylindrique, et un vase le fût-il, que la détermination précise des éléments de son volume constituerait encore un problème métrologique d'une extrême délicatesse. Comment, dès lors, déterminer la contenance d'un vase mal défini, comme une bouteille, ou le volume d'un corps irrégulier, comme un caillou ? Ici, le travail le plus méticuleux ne peut donner qu'une grossière approximation.

C'est en raison de la difficulté de ce problème, qu'une définition pratique des volumes, indépendante des relations géométriques, a été admise dans toutes les métrologies anciennes.

Cette définition est de nature physique. Elle consiste à adopter d'abord une *unité de masse spécifique*, égale à la masse spécifique d'un liquide déterminé, l'eau par exemple, puis à admettre que l'unité de volume sera représentée par un volume égal à l'unité de masse de ce corps.

Les anciennes métrologies ont toutes procédé de cette façon, et la plupart d'entre elles ont laissé complètement indépendantes les définitions du volume données par la géométrie et par la physique. Le Système métrique a, le premier, admis une relation d'une idéale simplicité entre les deux définitions, en les donnant comme numériquement égales. C'est cette particularité du Système métrique qui fait, avec son organisation entièrement décimale, sa supériorité sur tous les autres systèmes de Poids et Mesures.

Toutefois, comme l'établissement du kilogramme est résulté d'une expérience physique, sa représentation matérielle devait nécessairement différer un peu de sa définition.

Depuis un siècle, de nombreux travaux ont été consacrés à la recherche de cette différence. Mais les écarts des résultats auxquels ils conduisent sont si considérables que, loin de fournir une vérification du travail de Lefèvre-Gineau et Fabbroni, ils ont surtout servi à mettre en évidence l'extrême difficulté de la question et la remarquable approximation avec laquelle les relations fondamentales des unités métriques avaient été établies.

Une nouvelle recherche dans ce sens avait été inscrite, dès l'année 1872, au programme des travaux de la Commission internationale, dont les délibérations ont eu pour résultat la création du Bureau international. Et, si cette détermination n'a pu être entreprise que dans ces dernières années, c'est que sa difficulté imposait de longues études préalables, la constitution de tout un outillage, et l'éducation complète des opérateurs chargés de l'exécuter.

La détermination de la masse du décimètre cube d'eau comprend nécessairement deux ordres distincts de mesures : celle d'un volume, en partant des dimensions linéaires du corps utilisé, et celle de la poussée que ce corps éprouve lorsqu'il est plongé dans l'eau. Le quotient de ces deux quantités fournit le résultat cherché.

Des deux termes de ce quotient, le volume géométrique est certainement celui qui comporte les plus grosses incertitudes, et entraîne les principales difficultés. C'est donc dans cette partie des déterminations qu'il était surtout important de multiplier les contrôles en variant les méthodes.

Le problème a été abordé dans trois ordres tout à fait distincts de recherches.

Perfectionnant des procédés qu'il avait imaginés autrefois pour la solution d'un problème différent, Macé de Lépinay a appliqué, à la détermination des dimensions de deux cubes de quartz, une méthode utilisant les phénomènes d'interférence par transmission ; et son travail, exécuté avec la coopération de MM. Benoît et Buisson, a donné une première valeur de la quantité cherchée. M. P. Chappuis a utilisé une méthode interférentielle par transmission à la mesure de cinq cubes de crown. Enfin, je me suis servi d'un procédé de contacts mécaniques pour évaluer les dimensions de trois cylindres de bronze.

On voit que, à part les étalons desquels on est parti, et qui sont les prototypes fondamentaux du Système métrique



Digitized by Google

international, rien n'était commun aux trois méthodes. Les méthodes interférentielles ont ramené les dimensions des cubes aux unités métriques par l'intermédiaire des longueurs d'ondes déterminées au Bureau international; celle des contacts mécaniques a permis au contraire de rapporter les mesures au mètre sans aucun intermédiaire. Et, malgré toutes ces dissemblances, ces trois travaux distincts, poursuivis de part et d'autre pendant plusieurs années, ont fourni des résultats d'une concordance inespérée, ainsi que l'indique le résumé ci-après :

| Méthodes. | Auteurs. | Volume du kg d'eau à 4° et sous 760 mm en dm³. |
|---|---|---|
| Contacts mécaniques. . . . . | Guillaume | 1,000029 |
| Interférences par réflexion. . . . . | Chappuis | 1,000027 |
| Interférences par transmission. . | Macé de Lépinay et Benoît et Buisson | 1,000028 |

Les écarts de ces nombres sont d'une petitesse inattendue. Ils tendent à montrer que, dans chacune des méthodes employées, les erreurs constantes avaient été éliminées aussi bien que possible, et donnent une grande confiance dans le résultat moyen.

La faiblesse de l'écart entre l'unité et le nombre trouvé n'est pas moins remarquable, si l'on songe que le kilogramme a été établi il y a plus d'un siècle, sous la pression d'événements qui commandaient impérieusement une prompte solution.

Cette extraordinaire précision des travaux de Lefèvre-Gineau et Fabbroni ressort avec netteté de la comparaison de leur résultat avec ceux qui ont été trouvés ultérieurement, et dont plusieurs comportent des erreurs plus que décuples. Elle est également affirmée par les deux indications que voici : Si, dans la construction d'un décimètre cube destiné à servir d'étalon de ce volume, on commettait, sur les arêtes, *une erreur de* 1 *micron*, on réaliserait un volume déjà supérieur à celui qu'occupe un kilogramme d'eau.

Si, d'autre part, les déterminations interférentielles qui viennent d'être mentionnées avaient été rapportées au mètre, non par les valeurs des longueurs d'ondes de M. Michelson et Benoît, mais en partant des déterminations de Rowland, cependant classiques, l'erreur de la construction du kilogramme aurait été trouvée cinq fois plus forte.

Ainsi, l'application d'une méthode extrêmement précise à la mesure des volumes, et l'utilisation des données physiques les plus parfaites que l'on possédât il y a moins de vingt ans, auraient constitué un recul considérable par rapport aux déterminations desquelles la valeur pratique du kilogramme a été déduite. Aujourd'hui, il semble que l'on ait opéré avec une précision dix fois plus grande que celle des expériences de Lefèvre-Gineau et Fabbroni; mais plus d'un siècle s'est écoulé depuis qu'elles ont été achevées; toute une métrologie a été créée; enfin, les opérateurs qui s'en sont occupés depuis plus de dix ans, travaillant dans une période plus calme, ont pu consacrer à cette recherche tout leur temps et tous leurs soins.

Il y aura lieu maintenant, sans aucun doute, d'appliquer la correction qui vient d'être trouvée au calcul des jaugeages de haute précision, ainsi qu'à celui de la valeur absolue des pressions, qui fait intervenir la valeur vraie de la masse spécifique des liquides. Mais, dans toutes les expériences dont la précision sera au plus de l'ordre du dix-millième, aucune correction ne sera nécessaire; l'égalité parfaite du kilogramme et de la masse du décimètre cube d'eau pure à 4 degrés et sous la pression de 760 mm de mercure pourra être largement admise.

Cette constatation répond aux quelques adversaires du Système métrique pour qui le défaut d'égalité rigoureuse entre le kilogramme et sa définition le ramènerait au même degré d'imperfection que les autres systèmes dans lesquels les deux définitions du volume sont restées indépendantes.

*L'échelle thermométrique normale.* — Par l'adoption d'une échelle thermométrique déterminée, dite normale, — celle qui est fournie par la variation de pression de l'hydrogène enfermé sous volume constant, — le Comité international a réalisé, dès l'année 1887, une unification très désirée par les physiciens, et qui a fait disparaître de nombreuses divergences dans les constantes thermiques, telles que celles que fournit la calorimétrie. Mais cette définition donnée par le Comité international conservait encore une petite part d'arbitraire, inévitable à l'époque où elle fut prise. Les données thermométriques doivent, en dernière analyse, être ramenées à l'échelle théorique que définit la thermodynamique. Or, depuis vingt ans, des expériences nombreuses et délicates ont été faites sur les gaz, et plusieurs physiciens ont pu les utiliser pour calculer les écarts qui existent entre l'échelle normale et l'échelle thermodynamique. Un calcul tout récent a été fait par M. Daniel Berthelot, duquel il résulte que, dans tout l'intervalle compris entre 0° et 100°, l'échelle thermodynamique et l'échelle normale concordent à moins de 1 millième de degré près. Si donc on se décidait un jour à abandonner à son tour l'échelle normale pour ne plus utiliser que l'échelle théorique, aucune des expériences faites jusqu'ici ne devrait subir une correction touchant aux chiffres connus.

Les études générales sur les propriétés des gaz ont permis de corriger les résultats des expériences thermométriques faites avec les gaz les plus divers. Quelques points fixes particulièrement importants ont pu être alors rectifiés. La température d'ébullition du soufre sous la pression atmosphérique normale a ainsi été fixée, d'une manière indépendante, par MM. Callendar et Griffiths et par MM. Chappuis et Harker à $444°,92 \pm 0,02$, et celle de fusion de l'or, par MM. Jaquerod et Perrot, à $1067°,2 \pm 0,2$.

Ainsi se trouve assurée à quelques centièmes de degré près, une température que Regnault avait indiquée trop élevée de 4 degrés, et à quelques dixièmes, une autre température sur laquelle les meilleures expériences faites il y a vingt ans laissaient planer une incertitude d'une vingtaine de degrés.

Digitized by Google

*L'intensité de la pesanteur.* — Les classiques expériences du commandant (aujourd'hui général) Defforges avaient donné, pour un temps, une valeur de l'intensité de la pesanteur qui a pu subsister longtemps sans notable correction. Mais de nouvelles causes d'erreur dans les mesures avec le pendule ont été découvertes depuis lors. M. Helmert et M. Almansi ont établi, d'une façon indépendante, la théorie des flexions élastiques d'un pendule oscillant, et ont été conduits ainsi à diminuer un peu sa longueur vraie, et, par conséquent, la valeur de $g$. Englobant ensuite dans une même compensation les résultats obtenus en 1400 stations, M. Helmert a donné, pour la valeur normale moyenne de $g$, ramenée à 45° et au niveau de la mer, en éliminant aussi bien que possible les irrégularités locales,

980,615 cm : seconde², au lieu de 980,665,

valeur admise jusque dans ces dernières années.

La correction est faible, mais elle touche déjà à la limite des quantités dont il faut tenir compte.

L'intensité de la pesanteur relie la force à la masse, et, par là, le système des mécaniciens à celui des physiciens. Sa connaissance est donc nécessaire à l'application numérique correcte des unités. D'ailleurs, comme nous le verrons bientôt, il est des lois qui donnent explicitement la valeur des forces, et tiennent compte, par conséquent, de la connaissance de l'accélération de la pesanteur.

L'évaluation absolue de la pression exercée par une colonne liquide utilise également la valeur de $g$. Tout progrès dans sa détermination rectifie, par conséquent, de nombreuses mesures.

Tels sont, dans leurs grands traits, les progrès récemment accomplis par le Système métrique dans son organisation scientifique et plus particulièrement métrologique. Mais il en est qui touchent plus immédiatement aux besoins ordinaires de la pratique industrielle et commerciale; leur exposé fera l'objet d'un prochain article.

(*A suivre.*) Ch.-Éd. Guillaume.

---

# L'ALLUMAGE ÉLECTRIQUE

## SYSTÈME LODGE

Tout le monde sait aujourd'hui qu'une grande partie des fâcheuses pannes des voitures automobiles sont imputables à l'allumage : que ce soit l'encrassement des bougies ou le mauvais isolement des fils, c'est généralement dans la partie électrique de la voiture qu'il faut chercher le défaut.

Dès le début, l'énergie était fournie par des piles ou des accumulateurs et transformée dans des bobines de façon à alimenter sous haute tension les bougies des divers cylindres. Puis, comme il faut que tout progresse, les bobines furent disqualifiées et cessèrent d'être à la mode; elles furent remplacées par les magnétos à haute et basse tension.

Ainsi que le dit si bien M. L. Fournier dans *La Nature*, l'allumage des moteurs par bobine et accumulateurs est excellent et si l'étincelle obtenue est moins chaude que celle de la magnéto, les ratés qu'occasionne ce dernier appareil sont plus nombreux, et, ceci soit dit sans parti pris, la bobine est capable de remplir, d'une manière très satisfaisante, les fonctions qu'on lui confie.

On en était là de la question de l'allumage lorsque sir Oliver Lodge, le célèbre physicien anglais, observa, au cours de ses expériences avec les courants de haute fréquence, la formation d'une étincelle particulièrement gênante, dont il chercha à se débarrasser. L'ayant étudiée de près, il remarqua qu'elle se comportait autrement que les étincelles ordinaires; vivement intrigué, sir Oliver Lodge résolut d'en tirer parti.

Cette étincelle est celle qui jaillit entre les deux armatures de deux condensateurs, pratiquement des bouteilles de Leyde, dont les autres armatures se déchargent. La figure ci-contre représente le montage employé : une bobine d'induction charge les deux condensateurs, dont les armatures extérieures sont momentanément reliées par un mauvais conducteur représenté en pointillé en E. Lorsque la tension devient suffisante, une étincelle éclate entre A et B et une décharge oscillante se produit. On remarque, à ce moment, que des étincelles se produisent aussi entre C et D, malgré la présence du conducteur E. Dans ces conditions, l'isolement plus ou moins parfait des conducteurs C et D n'offre aucun inconvénient, aucune fuite n'est susceptible de se produire par la surface de ces conducteurs ou même dans les bougies d'allumage qui peuvent les terminer. C'est au point que les deux fils C et D aboutissant à une bougie, et celle-ci plongeant dans l'eau, l'étincelle éclate avec autant de régularité que si la bougie était à sec. Trempée dans l'huile et recouverte ensuite de plombagine, la bougie fonctionne aussi bien et l'étincelle ne semble pas être influencée ou même diminuée par ce traitement, qui serait funeste à l'allumage ordinaire. La question de l'encrassement des bougies devient donc négligeable et le mauvais isolement des conducteurs n'est plus autant à redouter.

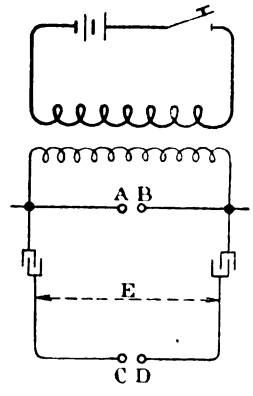


Schéma de l'allumage Lodge.

Dans la plupart des applications de cet appareil sur les moteurs à explosion, on a constaté une augmentation assez notable de la puissance par rapport à celle obtenue avec les appareils ordinaires; ceci paraît s'expliquer par

Digitized by Google

la multiplicité des étincelles et surtout par leur déflagration que l'on peut comparer à celle d'un détonateur au fulminate de mercure.

A la dernière exposition de l'Automobile, du Cycle et des Sports, on pouvait voir au Grand-Palais, au stand de M. Legros, une installation d'allumage par étincelle Lodge sur les voitures de ce constructeur. La bobine et les condensateurs sont enfermés dans une élégante boite en acajou portant une fenêtre en verre laissant voir l'éclateur, les commutateurs et le trembleur de la bobine. Un seul de ces ensembles suffit pour alimenter plusieurs bougies sur un même cylindre et plusieurs cylindres à tour de rôle. Dans ce dernier cas, on emploie un distributeur spécial dans lequel les contacts du circuit à haute tension sont remplacés par des intervalles d'air que la décharge franchit aisément; on la dirige de là successivement dans chaque cylindre.

La source d'énergie alimentant la bobine doit présenter aussi peu de self-induction que possible, ceci afin d'obtenir facilement les courants de haute fréquence nécessaires à la formation de l'étincelle Lodge; il en résulte que les piles ou les accumulateurs doivent être préférés à la magnéto. La consommation du courant est, du reste, très faible, et, en réduisant la durée des contacts, elle peut descendre au-dessous d'un vingtième d'ampère par cylindre.

Cet allumage, tout en supprimant les parties mobiles dans les cylindres dont l'inflammation se fait par étincelle de rupture, et en évitant, dans les systèmes à bougies, les inconvénients dus aux encrassements et aux mauvais isolements, sera certainement très apprécié. Ses avantages se résument, en somme, à une faible consommation d'énergie, à l'entretien presque nul des bougies et à une augmentation de puissance des moteurs, ce qui n'est pas à dédaigner.

Déjà un grand nombre de moteurs fixes utilisent cet allumage original, et nous ne doutons pas de le voir bientôt sur un grand nombre de voitures automobiles, étant donné les qualités qu'il présente.

A. Soulier.

---

## RÉSULTATS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

DES

# INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

## DE LA SUISSE

(suite et fin [1])

*Salle des connexions.* — Dans cette salle sont installées les barres collectrices des courants alternatifs venant des diverses machines, les départs des feeders ou des lignes

Des coupures sont ménagées sur le parcours des barres; elles permettent d'isoler chaque alternateur lorsqu'on doit faire des réparations sur ses circuits; elles donnent, en outre, le moyen de réaliser toutes les combinaisons de machines et de circuits partiels, nécessitées par le service particulier de l'usine. Ces barres collectrices, quelquefois en aluminium, mais le plus souvent en cuivre, sont supportées par des isolateurs résistant aux tensions employées.

*Salle des parafoudres.* — Elle contient tous les appareils de sécurité destinés à protéger l'installation contre les effets de la foudre et les surtensions. Elle est placée quelquefois en dehors de l'usine.

Les parafoudres les plus employés en Suisse sont :

Les parafoudres Siemens, à cornes;

Le parafoudre Wurts;

Le parafoudre à filet d'eau;

Le parafoudre Brown-Boveri;

Le parafoudre Gola (à impédance);

Les limiteurs de tension en métal anti-arc Westinghouse.

*Stations centrales à courant continu (système Thury).* — Elles comportent seulement :

Une salle des machines;

Une salle de parafoudres.

La salle des machines comprend :

Les turbines d'axe horizontal, accouplées directement aux dynamos à courant continu et munies de leurs organes de réglage.

Les génératrices série à courant continu sont souvent constituées par deux machines partielles réunies au moyen d'un accouplement élastique; elles marchent à une *vitesse variable* suivant la tension à fournir, et, par conséquent, suivant la puissance qu'on leur demande.

Comme les variations de vitesse doivent être consécutives aux demandes de tension et de puissance du réseau, il est nécessaire que ces variations se produisent instantanément; à cet effet, on supprime tous les volants et l'on diminue, autant que possible, l'inertie des parties mobiles des turbines et des génératrices.

Les régulateurs de vitesse de toutes les machines d'une même station centrale sont actionnés par un seul régulateur électrique système Thury. Ce régulateur a pour mission de maintenir constante l'intensité du courant qui parcourt le circuit total. Il agit sur toutes les turbines à la fois et leur fait prendre une vitesse angulaire variable avec la puissance demandée à la station.

Ce régulateur électrique commande un arbre sur lequel sont clavetées les commandes des soupapes des régulateurs des turbines. Il est actionné par un petit moteur branché aux bornes d'une faible résistance intercalée dans le circuit général.

S'il se produisait une interruption du circuit, les turbines pourraient s'emballer; aussi, pour prévenir un tel

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 387, p. 55; n° 388, p. 77; n° 389, p. 108 et n° 390, p. 132.

Digitized by Google

accident, a-t-on prévu deux éléments d'accumulateurs maintenus chargés par le circuit général et qui entrent en action à la rupture du circuit en opérant la fermeture générale des distributeurs.

La salle des machines ne comporte pas de tableau de manœuvre. Chaque dynamo est mise en marche en court-circuit et, lorsque le courant atteint sa valeur normale, elle est mise en série sur le circuit général par la manœuvre d'un commutateur de court-circuit.

Trois appareils sont donc nécessaires pour la mise en service d'une génératrice : un ampèremètre, un voltmètre et un commutateur de court-circuit ; ils sont portés par une colonne placée près du groupe électrogène.

Les incidents qui peuvent se produire pendant la marche sont :

1° L'*interruption du circuit général* occasionnant l'arrêt de toute l'installation et l'emballement des groupes générateurs. Nous venons de voir le dispositif employé pour arrêter tous les groupes lorsque cet incident se produit.

2° *Un court-circuit sur la ligne.* — La tension des groupes électrogènes tend à augmenter et la charge de chacun croit dans le même rapport. Cet incident a pour effet d'augmenter le couple résistant offert par la génératrice alors que le couple moteur donné par la turbine ne peut croître au delà d'une certaine limite ; il peut cependant se produire une rupture des pièces élastiques établissant la liaison mécanique entre les deux machines. M. Thury y a remédié en adoptant des dispositifs d'accouplement formés de deux plateaux susceptibles de glisser l'un par rapport à l'autre lorsque le couple résistant dépasse le couple moteur maximum.

L'arrêt d'un groupe se fait très simplement : il suffit de fermer le distributeur de la turbine ; la vitesse diminue, la tension baisse. La manœuvre du commutateur de court-circuit se fait au moment où la tension est nulle ; on retire alors la génératrice du circuit général.

Organisation des lignes. — *Lignes à courants triphasés.* — Les lignes suisses sont presque toutes aériennes, les isolateurs sont à double ou à triple cloche, suivant la tension adoptée. Les fils des lignes à courants alternatifs triphasés sont disposés de manière à ce que l'inductance soit aussi réduite que possible : à égale distance les uns des autres, et aussi rapprochés que la sécurité le permet. Cet écartement varie dans la pratique de 0,60 m à 1,50 m.

Pour la même raison, la section des fils employés ne dépasse guère 100 mm². Si la puissance transmise nécessite l'emploi d'une section plus grande, on subdivise chaque fil de ligne en plusieurs de section inférieure à 100 mm². Cette subdivision peut se faire de plusieurs manières, en employant une disposition « en quinconce » ou par fils « jumelés ». Dans la disposition en quinconce, la ligne est constituée par plusieurs groupes de trois fils disposés sur les poteaux de manière que chaque fil de phase soit sensiblement à la même distance des autres phases. Les divers groupes peuvent être posés successivement, au fur et à mesure du développement du réseau. Cette subdivision a donc l'avantage de proportionner la dépense d'établissement de la ligne à la prospérité de l'exploitation. Dans la disposition par fils jumelés, les conducteurs d'une même phase sont placés côte à côte (à 30 ou 40 cm d'intervalle) sur la même console. Cette dernière disposition tend à être préférée à la précédente, dans certaines installations, parce qu'elle a sur elle l'avantage de réduire l'inductance propre de la ligne en augmentant sa capacité et, par conséquent, de diminuer la chute de tension en améliorant le facteur de puissance.

*Lignes à courant continu.* — Une ligne servant à transmettre l'énergie au moyen du système Thury ne comprend que deux fils. Dans ce cas, il n'est pas utile de subdiviser leur section, puisque les lignes à courant continu ne sont le siège d'aucun phénomène d'inductance. De plus, les deux fils de ligne ne doivent pas être menés, comme dans le système triphasé, dans toutes les localités desservies ; il suffit qu'un fil seulement les traverse. On emploiera donc avantageusement les circuits de transport en boucle ne comportant qu'un seul fil par poteau. Les courts-circuits ne sont pas à craindre sur de telles lignes. Enfin, dans le cas où la ligne est uniquement chargée du transport de l'énergie d'un point à un autre, auquel cas elle comporte normalement deux fils, M. Thury est parvenu à supprimer le fil de retour en se servant de la terre, comme nous l'avons indiqué dans un précédent article (1).

Organisation des sous-stations. — *Sous-stations de transformation.* — Les sous-stations ont pour but de transformer l'énergie électrique transmise en énergie utilisable. Les sous-stations sont donc de véritables centres de distribution d'où partent les réseaux. Leur matériel électrique dépend de la nature des réseaux qu'elles desservent et de la forme d'énergie électrique qu'elles reçoivent.

En Suisse, la force motrice et l'éclairage utilisent les *courants alternatifs* ; la traction urbaine, le *courant continu* ; quant à l'énergie reçue, elle est sous forme de courants triphasés (cas le plus fréquent), ou sous forme de courant continu (système Thury).

La plupart des sous-stations comportent les trois services : éclairage, force motrice (courants alternatifs) et traction urbaine (courant continu).

Elles comprennent :

Des transformateurs, des convertisseurs ou des commutatrices, enfin, des groupes électrogènes à gaz ou à vapeur, en réserve pour parer à une insuffisance ou à une interruption du courant de la ligne de transport. C'est ainsi que la sous-station de Montbijou, à Berne, reçoit son énergie de la station centrale de la Kander ;

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 390, du 25 mars 1906, p. 125.

Digitized by Google

elle possède, en outre, une station de réserve en turbines Parsons; enfin, la salle des machines comprend, indépendamment des divers transformateurs électriques, deux moteurs à gaz pouvant s'accoupler aux groupes convertisseurs de la station pour donner à volonté du courant continu ou des courants triphasés. Le régime de distribution du courant continu est régularisé par des batteries-tampon.

Le chemin de fer de la Gruyère, à courant continu, à 750 volts, est alimenté par les sous-stations de Bulle, Albeuve et Châtel-Saint-Denis, recevant les courants triphasés à 8000 volts de Montbovon et Hauterive.

*Groupes transformateurs.* — La tension est abaissée à 500 volts et la transformation en courant continu se fait dans des convertisseurs, le régime de charge de la station est régularisé par une batterie-tampon.

La sous-station de Saint-Gall a une organisation analogue à celle de Montbijou.

On sait que deux genres de transformateurs rotatifs sont couramment employés; mais dans les sous-stations suisses, le *groupe convertisseur est le seul qui soit utilisé d'une façon courante.* La commutatrice n'est employée qu'exceptionnellement.

Cette préférence se justifie par ce fait que la commutatrice n'a une supériorité incontestable sur le convertisseur, en ce qui concerne les frais de premier établissement, que pour les basses fréquences (inférieures à 25 périodes par seconde), fréquences qui ne sont employées en Suisse que pour la traction par courant alternatif, c'est-à-dire dans des cas où aucune transformation de courant alternatif en continu n'est à faire.

Les autres installations, de beaucoup plus nombreuses, sont à des fréquences voisines de 50 périodes par seconde, fréquence pour lesquelles on a préféré souvent le convertisseur à la commutatrice en raison des difficultés que comporte, dans ce cas, la construction de cette dernière machine.

Cependant le convertisseur n'a pas les qualités de la commutatrice en ce qui concerne le rendement et le facteur de puissance de la ligne. Les ingénieurs suisses remédient à ce dernier inconvénient en employant simultanément et à égalité de puissance transformée, les *convertisseurs moteurs synchromes* et les convertisseurs *moteurs asynchrones*. La réduction du facteur de puissance de la ligne résultant de la marche des derniers est compensée par une surexcitation convenable des premiers.

La sous-station de Berne comprend les deux sortes de convertisseurs se partageant par moitié la puissance totale de cette sous-station.

Indépendamment des transformateurs statiques et rotatifs que possèdent les sous-stations, celles-ci comportent, en outre, des appareils destinés à régulariser la tension au départ ou en certains points des réseaux; enfin, les appareils de service, de sécurité, de mesure et de contrôle nécessaires.

Pour régulariser la tension sur les réseaux alternatifs, on emploie des transformateurs statiques spéciaux appelés survolteurs, ou bien des transformateurs réducteurs de tension qui communiquent par leur secondaire avec le réseau de distribution et sont à rapport de transformation variable. Le réglage s'opère en faisant varier ce rapport de transformation. Ce mode de réglage est suffisant dans la plupart des cas, car on connaît toujours par l'expérience le régime des réseaux; c'est le seul qui soit employé en Suisse.

Lorsque le réseau a un régime de charge très irrégulier, on rend le réglage automatique en commandant l'organe mobile du survolteur (qui, dans ce cas, est généralement un survolteur à induction mutuelle variable) au moyen d'un régulateur automatique de tension.

Dans les sous-stations assurant un service de traction par courant continu, le réglage de la tension et la régularisation du régime de charge des transformateurs rotatifs sont assurés par une *batterie-tampon* à laquelle on adjoint un *survolteur-dévolteur*.

Les appareils de service des sous-stations comprennent des coupe-circuitts, des interrupteurs, des disjoncteurs, etc.

Réseaux de distribution. — Tarifs de vente. — *Réseaux de distribution.* — Les lignes de distribution sont le plus souvent aériennes, mais celles qui sont à l'intérieur des grandes villes sont fréquemment souterraines. Dans ce dernier cas, elles sont armées et posées, à même, dans le sol. Les fils isolés d'une même ligne sont toujours compris dans une même armature, et les jonctions sont enfermées dans des boîtes en fonte parfaitement étanches. Les lignes interurbaines et rurales sont toujours aériennes.

*Appareils d'utilisation.* — L'énergie électrique fournie par les concessionnaires de services publics est employée pour l'éclairage, pour la force motrice et la traction; enfin dans quelques cas, pour le chauffage.

Il existe, en outre, un certain nombre d'usines électrométallurgiques pour la fabrication des ferros : ferro-chrome, ferro-tungstène, ferro-molybdène, ferro-silicium, alliage dont l'emploi est très apprécié dans la métallurgie des aciers Martin et des aciers spéciaux (usine exploitant les procédés Girod à Courtepin); des usines de carbure de calcium à Vernayaz, etc.; enfin des usines d'aluminium à Neuhausen, etc. Mais ces usines sont essentiellement privées et elles ne donnent aucun renseignement d'ordre technique ou économique sur les fabrications.

*Appareils d'éclairage.* — Les lampes à incandescence de 5, 10, 16, 25, 32 bougies à filament de charbon sont celles qui sont le plus employées en Suisse. La lampe Nernst à incandescence dans l'air s'accommodant mal des courants alternatifs, on ne l'emploie que sur les réseaux à courant continu (Fribourg, centre de la ville).

Les lampes à filament métallique sont de création récente; elles sont relativement peu employées en Suisse, cependant la lampe au tantale paraît se répandre dans les villes pour l'éclairage de luxe.

Digitized by Google

D'une manière générale, l'éclairage par incandescence ne paraît pas avoir fait plus de progrès en Suisse qu'en France, moins peut-être; et si cet éclairage est très répandu, même dans les campagnes suisses, cela tient plutôt aux efforts faits par les compagnies exploitantes pour le mettre à la portée de tous, qu'à ses qualités au point de vue de l'éclairage proprement dit.

Les lampes à arc s'emploient généralement par deux en série sur 110 volts pour l'éclairage des rues. Les petites lampes à arc de 3 à 4 ampères sont assez répandues dans les magasins.

Les lampes à vapeur de mercure sont extrêmement peu employées; cela tient vraisemblablement à ce que ce genre de lampe utilisant les courants alternatifs ne s'est pas encore répandu.

*Tarifs de vente.* — L'énergie se vend à forfait ou au compteur. Les tarifs à forfait sont basés sur le classement des lampes à incandescence en plusieurs catégories déterminées surtout par la durée de leur éclairage annuel.

Le prix de la bougie-an (400 heures) varie de 60 à 75 centimes pour les lampes à grande intensité lumineuse (32 bougies); il atteint 1 fr pour les lampes de 5 bougies.

La bougie-an (800 heures) se paie 80 à 90 centimes; elle atteint le prix de 1,40 fr pour les lampes de faible intensité lumineuse.

La bougie-an (1600 heures) pour lampes de 32 bougies se paie de 1,05 fr à 1,25 fr, tandis que pour les lampes de 5 bougies, elle atteint le prix de 1,80 fr.

Un grand nombre de sociétés exploitantes ne font pas de différence entre les lampes de faible intensité lumineuse et les lampes de grande intensité en ce qui concerne les tarifs à appliquer.

Les hôtels, les restaurants, etc., emploient beaucoup l'éclairage « à discrétion ». Il se paie généralement 1,20 fr à 1,35 fr la bougie-an.

Enfin l'éclairage ayant un caractère intermittent et pris en grande quantité, se paie de 30 à 40 centimes la bougie-an.

Dans ces prix, sont compris assez souvent les frais d'installation des lampes, mais à la condition, pour l'abonné, de signer un contrat d'abonnement d'assez longue durée, 6 ans en général.

Un certain nombre de sociétés exploitantes s'engagent à réduire les tarifs de vente, dans une mesure équitable, si les progrès réalisés dans la confection des lampes permettent d'obtenir la bougie avec une dépense inférieure à 3,5 watts. Les lampes à arc de 40 volts aux bornes se paient à raison de 20 fr par ampère et par an, service et remplacement des charbons non compris; quelquefois l'énergie dépensée par les arcs est vendue au compteur et chaque hectowatt-heure relevé est considéré comme équivalent à 30 bougies à incandescence. L'abonnement est calculé d'après les mêmes bases.

*Tarifs au compteur.* — Les abonnements au compteur ne sont pas applicables aux installations inférieures à 250-100 bougies. L'appareillage est alors à la charge de l'abonné. L'énergie consommée est comptée 50 à 60 centimes par kw-h. Des réductions sont faites sur ce tarif aux forts consommateurs.

*Moteurs.* — Le moteur asynchrone triphasé est très employé dans les ateliers pour la mise en marche des machines-outils et des arbres de transmission. Le mode de commande dans lequel chaque machine importante ou chaque groupe de petites machines-outils ayant un même régime de marche sont pourvus d'un moteur individuel est très apprécié des industriels lorsqu'il s'agit d'installations neuves, non seulement à cause des économies qu'il permet de réaliser, mais surtout pour les commodités qu'il procure, et les risques d'accident qu'il réduit dans une très large mesure.

Le *moteur asynchrone triphasé* est aussi très employé dans la petite industrie à domicile; c'est grâce à son emploi que le petit atelier de famille a pu subsister, car il lui a permis de travailler dans des conditions économiques comparables à celles des grands ateliers.

Le *moteur asynchrone à courant alternatif simple* est surtout employé sur certains réseaux d'éclairage et, dans ce cas, il ne doit fonctionner, en général, que pendant la journée.

On l'emploie à la campagne pour les travaux agricoles, dans certains chantiers spéciaux, dans les carrières, les briqueteries, etc.

*Tarifs de vente de l'énergie pour moteurs.* — La plupart des contrats relatifs à la fourniture de la force motrice électrique prévoient plusieurs tarifs spéciaux, qui varient suivant le mode de vente, la puissance du moteur employé et l'horaire de fonctionnement.

*Vente à forfait.* — Ce tarif est basé sur le prix du cheval-an, la puissance étant comptée sur l'arbre et le moteur pouvant être utilisé pendant 11 heures par jour ouvrable, soit 3300 heures par an, les prix suivants sont pratiqués en Suisse :

| | Prix en fr par cheval-an. |
|---|---|
| Pour les moteurs de 70 à 100 chevaux (comptés à 800 w) . | 145 à 160 |
| — de 1 à 2 chevaux (comptés à 950 w) . . . | 200 à 300 |
| — de 1 cheval (compté à 960 w) . . . . . | 300 à 350 |

Ces prix ne sont augmentés que de 25 à 50 pour 100 lorsque l'énergie est fournie pendant 24 heures par jour.

*Vente au compteur.* — L'énergie électrique pour moteurs est vendue depuis 7 centimes par kilowatt-heure pour les fortes consommations, jusqu'à 12,5 centimes pour les faibles. D'autres sociétés, en faisant une différence analogue entre les fortes et les faibles consommations, cherchent à favoriser la vente du courant de jour en donnant des réductions de tarifs importantes aux moteurs fonctionnant seulement pendant le jour, par exemple : 7 centimes par kilowatt-heure pendant le jour, ou pour 15 heures de fonctionnement, et 10 centimes pendant l'éclairage.

Digitized by Google

Dans certains cas, et pour de petits moteurs, on fait payer l'énergie par cheval et par mois, 8,5 fr pour 8 à 10 heures par jour.

Les moteurs agricoles sont rangés dans la catégorie des moteurs qui ne fonctionnent que pendant un très petit nombre d'heures et pendant le jour seulement.

Le tarif comporte une redevance minima comptée pour 400 heures de fonctionnement annuel. Le prix de l'énergie varie alors de 100 à 50 fr par cheval-an pour des moteurs de 1 à 10 chevaux. Le service du moteur est dans ce cas contrôlé par un simple compteur horaire.

Le *moteur synchrone* est peu employé, sauf dans les sous-stations, lorsqu'il fait partie de convertisseurs.

On l'emploie quelquefois (ateliers d'Oerlikon) dans les ateliers pourvus d'une commande électrique individuelle par moteurs asynchrones, pour augmenter le facteur de puissance du réseau de distribution.

*Appareils de chauffage.* — On n'emploie l'énergie électrique pour le chauffage que lorsqu'il s'agit de l'alimentation d'appareils consommant très peu d'énergie : fers à repasser, fers à souder, bouillottes, etc. Les conditions de vente sont les suivantes : au compteur, l'énergie se paye pour le chauffage 40 à 50 centimes par kilowatt-heure. Certaines sociétés établissent des tarifs forfaitaires :

| | Prix en fr par an. |
|---|---|
| Pour fers à repasser : | |
| 500 heures par an en dehors des heures d'éclairage, 110 v, 3,5 ampères | 8 |
| 500 heures par an en dehors des heures d'éclairage, 110 v, 5 ampères | 12 |
| Emploi à discrétion, 110 v, 3,5 ampères | 40 |
| — 110 v, 5 ampères | 70 |

On peut se demander actuellement s'il est pratique de faire du chaufffage domestique d'une façon économique, en utilisant l'énergie électrique fournie par les stations centrales hydro-électriques. Il est certain que ces usines ont un régime trop irrégulier; elles rejettent beaucoup trop d'eau dans le bief d'aval, sans la faire passer par les turbines, et en somme la perte d'énergie qui en résulte est trop considérable pour que le prix de l'énergie fournie par la plupart des stations centrales puisse s'abaisser à un taux accessible aux chauffages domestique et industriel. Mais la question changerait totalement d'aspect s'il était possible d'utiliser intégralement l'énergie des chutes en réalisant, en tout temps, par les débouchés qu'offrent la métallurgie électrique, les chauffages électriques industriels, etc., un équilibre aussi parfait que possible entre le régime de production essentiellement variable d'une chute et le régime de consommation qui lui correspond. Dans ces conditions on arriverait à réduire considérablement le prix de revient de l'énergie ce qui permettrait de livrer le kilowatt-heure à un prix très réduit, on conçoit qu'il soit alors facile de rendre les chauffages industriels et domestiques réellement avantageux.

A. Z.

## LE CHAUFFAGE DES VOITURES PAR L'ÉLECTRICITÉ

Le chauffage des voitures de tramways et de chemins de fer est si répandu maintenant, sauf en Angleterre, qu'il semble superflu d'en signaler les avantages.

A l'accroissement de bien-être des voyageurs correspond l'augmentation du trafic. Ainsi, en Autriche, sur une ligne où le chauffage avait été établi, on voulut le supprimer parce qu'il semblait trop onéreux; les recettes baissèrent dans de si notables proportions qu'on dut le rétablir.

Les raisons d'hygiène ont fait mettre de côté certains modes de chauffage un peu primitifs bien qu'ils fussent économiques, de telle sorte que les procédés actuels sont d'un prix de revient relativement assez élevé et que l'électricité peut ainsi entrer en concurrence avec eux.

Si l'on se place d'ailleurs uniquement au point de vue de l'hygiène, il est difficile de rencontrer un système plus satisfaisant que le chauffage par l'électricité, soit que l'on emploie des poêles, soit que l'on ait recours aux chaufferettes.

Dans les poêles électriques, il n'y a pas de combustion, donc aucun dégagement de produits gazeux. Le système est aussi hygiénique que le chauffage à vapeur, et il est moins coûteux.

Les chaufferettes électriques ne dégagent pas non plus de gaz; la surface des chaufferettes, qui est à la température de 70° environ, sèche simplement les chaussures et ne les surchauffe pas; tandis qu'avec les chaufferettes à briquettes de charbon, la température, toujours irrégulière, dépasse de beaucoup 100° pendant la période initiale; de sorte que le cuir des chaussures et la boue qui reste sur la chaufferette dégagent des produits empyreumatiques d'odeur désagréable.

Les radiateurs électriques. — L'emploi de l'électricité pour le chauffage des voitures de tramways et de chemins de fer ne remonte guère à plus de douze ans.

Un des premiers essais effectués dans nos régions est celui du chemin de fer électrique à crémaillère du Mont-Salève, en 1894. Le dispositif était des plus simples, et c'est à très peu près celui qui convient actuellement, malgré tous les perfectionnements qui ont été proposés depuis cette époque.

Les appareils de chauffage étaient constitués par des rhéostats en fil de fer galvanisé de 1,5 mm de diamètre, enroulé en hélice et disposé sur cadres de $82 \times 50 \times 18$ cm placés sous les banquettes. La longueur totale du fil mesurait 500 m par voiture. La consommation de l'ensemble correspondait à 8 ou 9 kw.

Mais c'est en Amérique que le chauffage par l'électricité a pris le plus rapidement son développement.

Les Américains du Nord attachent à juste titre une

Digitized by Google

grande importance au chauffage de leurs voitures, en raison des froids rigoureux qui règnent dans certaines contrées, et ils tinrent naturellement compte des avantages que présente l'électricité sur les modes de chauffage qu'ils étaient accoutumés d'utiliser, tels que celui par des petits poêles placés au milieu des voitures (1).

Le chauffage électrique permet, en effet, de placer les foyers dans la partie la plus basse de la voiture (sous les banquettes), de répartir convenablement la chaleur en partageant la puissance totale nécessaire entre les diverses parties de la voiture; enfin, de régler facilement la consommation sur la température extérieure en groupant, soit en série, soit en parallèle, le nombre voulu de résistances, au moyen d'un système de commutateurs rassemblés près du poste du conducteur.

Les appareils électriques employés au chauffage, communément appelés *radiateurs électriques*, sont destinés à chauffer l'air de la voiture.

On conçoit qu'en raison du refroidissement qui résulte de l'ouverture fréquente des portes, de l'étendue de la surface vitrée, de la médiocre étanchéité des parois, qui laissent pénétrer l'air froid d'autant plus facilement que la vitesse de la voiture est plus grande, la quantité de calories à fournir soit assez élevée et beaucoup plus considérable que celle qui est nécessaire au chauffage de pièces d'habitation pour un égal volume d'air.

Il résulte des essais faits en 1894 par la Compagnie des tramways électriques d'Atlantic-Avenue à Brooklyn, qu'il faut environ une puissance de 7 w:m³ à chauffer, et par degré centigrade au-dessus de la température extérieure. Cela revient à admettre que les voitures consomment 100 w:m³ pour maintenir une température supérieure de 15 degrés à celle de l'extérieur.

Les essais faits en 1895 sur la ligne de Lark Street à Albany ont donné des résultats analogues. De même,

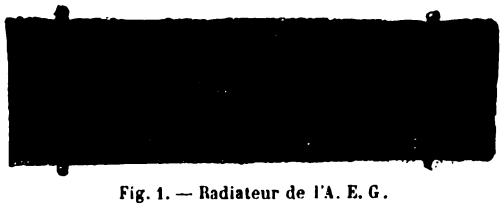


Fig. 1. — Radiateur de l'A. E. G.

ceux de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, à Berlin, sur la ligne de Treptow à Behrenstrasse, en 1902.

Quelque divers que soient les appareils proposés comme radiateurs de tramways, ils sont, en principe, constitués par une résistance métallique logée dans une enveloppe perforée. On cherche à donner à la résistance métallique une grande surface de refroidissement pour que sa température propre soit aussi basse que possible, afin d'éviter son oxydation par les agents atmosphériques et sa désagrégation par modification de structure moléculaire. Tels sont les radiateurs de l'Allgemeine Elek-

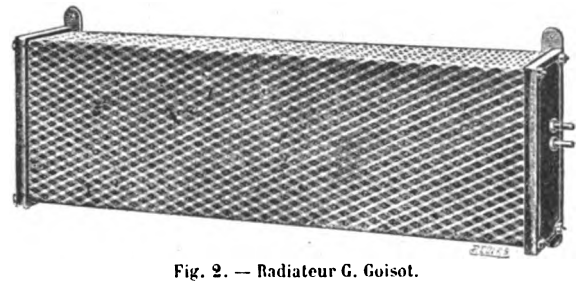


Fig. 2. — Radiateur G. Goisot.

tricitäts Gesellschaft, les radiateurs de la Consolidated Car Heating C°, ou encore les radiateurs G. Goisot.

Les radiateurs Electra diffèrent des précédents; les résistances sont immobilisées dans une matière isolante, laquelle est entourée d'un revêtement métallique fondu sur le bloc de chauffage. L'enveloppe constitue avec le corps isolant un système indéformable par suite de la contraction de la fonte au refroidissement. Les fils ainsi

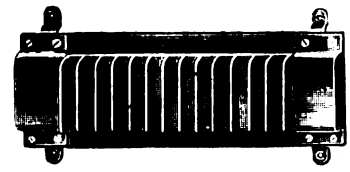


Fig. 3. — Radiateurs Electra.

isolés ne peuvent s'oxyder et sont protégés contre toute atteinte extérieure. La surface de refroidissement est augmentée au moyen d'ailettes venues de fonte avec l'enveloppe.

Cette immobilisation de la résistance évite que les fils, rendus plus ou moins cassants par l'effet des vibrations, des variations de température et par suite aussi d'une sorte d'électrolyse solide que le passage du courant semble produire dans les alliages, ne viennent à se rompre; mais le dispositif augmente la capacité calorifique du radiateur et fait obstacle à la rapidité de la mise en action. Tous les systèmes sont d'ailleurs à peu près équivalents, car le rendement est forcément intégral, toute l'énergie électrique consommée dans le rhéostat est transformée en chaleur. Les différences qui peuvent se présenter proviennent seulement de la capacité calorifique du corps de chauffage et de la ventilation du radiateur. Mais encore ces différences ne peuvent-elles agir que sur la durée de la mise en marche de l'appareil; quand le régime permanent est atteint, ils dégagent tous le même nombre de calories pour une même puissance dépensée, soit 86,5 par hectowatt et par heure.

Les chaufferettes électriques. — Dans les régions froides, le prix de revient du chauffage électrique est beaucoup trop élevé pour pouvoir concurrencer le chauf-

(1) Indépendamment du danger d'incendie qu'il convient de signaler en premier lieu, il est difficile de régler le dégagement de chaleur pour compenser les variations de la température extérieure; en outre, la chaleur obtenue est inégalement répartie; le haut de la voiture est chauffée à l'excès par suite de l'ascension de l'air au voisinage du foyer; le bas, au contraire, est complètement froid. Les voyageurs placés près du poêle ont beaucoup trop chaud, tandis que ceux qui se trouvent aux extrémités de la voiture sont insuffisamment chauffés.

Digitized by Google

fage par poêle au charbon, et même les divers autres modes de chauffage employés couramment.

Dans nos contrées tempérées, l'électricité soutient mieux la comparaison, mais son emploi pour le chauffage de l'air des voitures n'est jamais économique; seules des considérations de confort, d'hygiène, de simplicité dans le service, etc., peuvent compenser et justifier l'augmentation de la dépense.

On conçoit que, dans de telles conditions, l'électricité n'aurait trouvé qu'un champ limité d'applications, si un nouveau procédé de répartition de la chaleur, le chauffage par *chaufferettes*, n'était venu transformer complètement les données primitives, réduisant les frais de consommation au 10e de ce qu'ils étaient auparavant.

Avec la chaufferette électrique, il n'est plus question de chauffer l'air de la voiture, mais simplement de fournir une surface à 70° environ, ce qui est la température la plus convenable pour chauffer les pieds des voyageurs. Pour maintenir cette température, il suffit de 10 watts par décimètre carré de chaufferette. En admettant une surface de chauffe de 2 décimètres carrés par place assise, soit 20 watts par voyageur, la consommation d'une voiture de 25 places est de 500 watts, et encore n'est-il pas nécessaire de fournir cette surface à chaque voyageur (1). Ceci devient pratique et répond aux objections que pourrait soulever le chauffage par radiateur.

Les chaufferettes sont, en général, constituées par une résistance électrique logée dans des boîtiers de 10 à 20 mm d'épaisseur, de 14 à 25 cm de largeur, et de longueur variable, suivant les besoins, depuis 20 cm jusqu'à 250 cm. La paroi supérieure, celle qui est exposée à l'usure, est en fonte, ou bien en laiton (soit estampé, soit strié au laminage), ou encore en tôle estampée et plombée ou galvanisée.

Quoique ayant la même masse par décimètre carré, les plaques striées au laminage de 2,5 mm de base sont

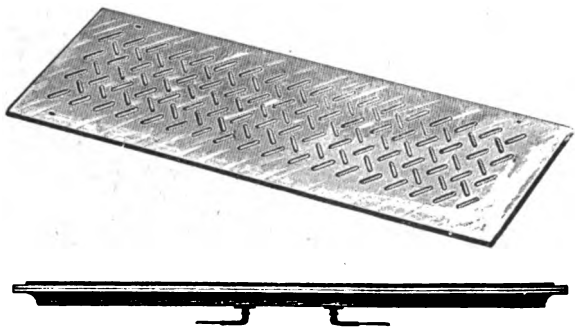


Fig. 4. — Chaufferette électrique estampée.

préférables aux plaques estampées de 3 mm, parce que ces dernières présentent des bossages en relief à la face supérieure qui correspondent à des creux à la face inférieure. Aussi lorsque, par l'usure, le bossage est supprimé et que la plaque, légèrement amincie, met à jour le creux de l'estampage, ces boîtiers sont percés et l'appareil devient hors de service. Il n'en est pas de même avec les plaques striées au laminage, parce que la face inférieure ne présente pas de cavités. Après l'usure des stries en relief, la plaque conserve une épaisseur uniforme, et il faut qu'elle soit usée complètement pour que le boîtier soit percé.

On ne peut employer comme métal strié laminé que le laiton, car la tôle serait beaucoup trop épaisse (1). Il n'est pas possible, en effet, d'avoir des tôles striées présentant moins de 4 mm de base, les stries en plus, ce qui équivaut, comme masse, à une épaisseur uniforme de 5 mm, soit un poids de 400 gr par décimètre carré, qui entraînerait une consommation plus élevée pour maintenir la température de 70° à la surface.

Les fontes de fer et de cuivre auxquelles on a eu recours pour obvier à l'usure de la plaque supérieure ne paraissent pas avoir donné satisfaction. En effet, l'emploi du bronze en plaques minces de 3 mm d'épaisseur ne

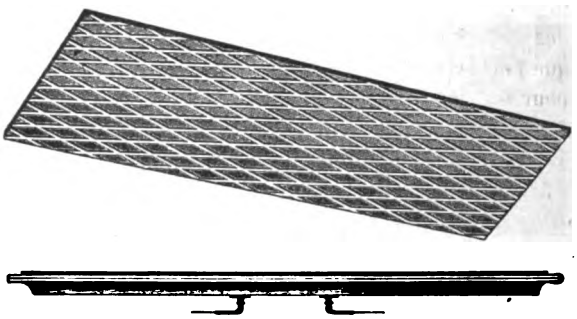


Fig. 5. — Chaufferette électrique striée.

permet pas d'obtenir des boîtiers étanches; le bronze est toujours poreux et sa porosité se fait tout particulièrement sentir sur une faible épaisseur de plaque.

La fonte de fer n'a pas cet inconvénient; mais il est difficile de la souder avec l'enveloppe pour obtenir un boîtier étanche, et, si l'on y parvient, la soudure ne dure guère, en raison des différences de coefficients de dilatation. Certains constructeurs auraient obtenus une étanchéité suffisante par des joints spéciaux; mais les opinions sont encore partagées, et il faut attendre que la pratique vienne confirmer ces premiers résultats.

Les conditions habituellement imposées par les Compagnies pour la réception des chaufferettes sont les suivantes :

1° *Isolement électrique*, entre la résistance chauffante et l'enveloppe, capable de supporter une tension alternative de 3000 volts efficaces. Cette tension est quelque peu exagérée, mais la fabrication actuelle permet de la réaliser facilement; de sorte qu'il n'est pas intéressant de la discuter.

(1) On peut réduire la surface totale de chauffe en employant des chaufferettes placées, par exemple, dans l'axe de la voiture et servant à la fois pour les deux rangs de places. Si cette disposition présente des inconvénients pour la circulation, on peut disposer des chaufferettes latérales et espacées, tous les voyageurs ne désirant pas également se chauffer les pieds.

(1) Avec la tôle estampée, il suffit d'une épaisseur de 2 mm pour les chaufferettes latérales des voitures, ou pour celles des voitures à banquettes transversales, et de 2,5 mm pour les chaufferettes centrales, plus sujettes à l'usure.

Digitized by Google

2° *Résistance* au double de la tension de service, pour assurer que l'appareil supportera les à-coups de tension, quels qu'ils soient.

3° *Étanchéité* complète du boîtier (1). Cette condition est indispensable. Si elle n'était pas remplie, l'humidité provenant du lavage des voitures ou de la boue et de la neige apportées par les voyageurs, pénétrerait à l'intérieur et, au bout d'un certain temps, détruirait l'isolement du système résistant, ce qui serait dangereux pour le voyageur, en raison de la tension relativement élevée des lignes de traction.

Un point sur lequel il ne semble pas que l'on ait porté l'attention, sauf indirectement dans la condition 2°, c'est la température propre de la résistance chauffante. Il est avantageux qu'elle soit aussi basse que possible pour assurer sa conservation, ainsi que celle des isolants qui la séparent de l'enveloppe. Ceci conduit à rendre la masse de la résistance la plus grande possible (2).

Cette condition jointe à l'obligation de ne pas employer des fils trop fins, qui ne donneraient pas une sécurité de service suffisante, en raison des défauts qu'ils peuvent présenter, soit du fait de leur fabrication, soit par suite des manipulations qu'ils subissent avant le montage, fait que l'on ne peut atteindre les tensions de 500 à 600 volts pour les chaufferettes de petites dimensions (3). Il est alors nécessaire de grouper en série sur la tension totale du réseau les chaufferettes d'une même voiture, ce qui n'offre aucun inconvénient.

Conditions d'emploi des radiateurs et des chaufferettes. — Deux modes de chauffage par l'électricité sont donc en présence : le chauffage de l'air par radiateurs, et le chauffage des pieds des voyageurs au moyen de chaufferettes.

Il ne faudrait pas conclure que ce dernier procédé soit seul applicable en raison de l'économie importante qu'il présente (4).

On doit, pour fixer le choix du mode de chauffage, considérer la marche des voitures que l'on veut chauffer. A ce point de vue, deux catégories bien distinctes sont à établir :

1° Voitures parcourant des longues distances sans s'arrêter.

2° Voitures à arrêts fréquents, avec mouvement continu des voyageurs et ouverture fréquente des portes, d'où résulte un renouvellement incessant de l'air intérieur de la voiture.

L'examen des procédés qui conviennent à ces deux cas généraux permet de déterminer rapidement la solution des cas particuliers.

Les voitures à longs parcours, sans arrêt, sont celles des tramways de banlieue ou de communication interurbaine et de chemin de fer. Là, le voyageur s'installe pour un certain temps. Il se débarrasse du manteau qu'il portait au dehors; il désire trouver, par conséquent, une bonne température, aussi uniforme que possible, dans l'intérieur de son compartiment. Le chauffage de l'air est alors obligatoire.

On doit, pour produire ce chauffage de l'air, employer des appareils qui dégagent la quantité de calories nécessaires et qui sont placés le plus près possible du plancher pour atténuer les effets du mouvement ascensionnel de l'air chaud.

On comprend que les radiateurs disposés comme il est dit ci-dessus et n'occupant qu'une place relativement restreinte, conviennent au chauffage de l'air.

Cependant les chaufferettes électriques, qui s'imposent dans d'autres cas, peuvent encore trouver ici leur application, surtout s'il s'agit du chauffage des compartiments de chemins de fer, où elles remplacent les chaufferettes à vapeur. Il faut, en effet, considérer que, dans les compartiments de chemin de fer, le volume d'air par personne est moindre que dans les tramways; que les parois sont mieux protégées contre les refroidissements, que celles-ci ne sont environ que pour la moitié en contact avec l'air extérieur et qu'enfin l'étanchéité du compartiment est meilleure que celle du tramway. La quantité de chaleur à fournir par mètre cube pour obtenir une bonne température est donc beaucoup moins importante que celle qui est nécessaire dans un tramway (1).

Le second cas, celui des voitures à arrêts fréquents, se rapporte presque exclusivement aux voitures de tramways urbains.

Pour chauffer l'air de ces voitures et maintenir une bonne température moyenne, il faudrait disposer d'une

(1) Sauf aux sorties de fils que l'on protège par un tube de caoutchouc.

(2) On obtient maintenant avec facilité 70° à la surface de la chaufferette avec une résistance dont la température oscille entre 100 et 105°.

(3) Il semble qu'actuellement on a toute sécurité en limitant la tension des chaufferettes à 20 volts par décimètre carré de surface. Cette tension pourrait être facilement dépassée.

(4) Il convient de faire observer que les frais de consommation de courant pour le chauffage électrique doivent être évalués en comptant l'énergie à un prix inférieur à celui auquel on compte le kilowatt-heure de traction.

En effet, l'usine génératrice est spécialement établie en vue de fournir l'énergie motrice. L'augmentation de débit occasionnée par le chauffage dût-elle, dans certains cas, nécessiter l'emploi de machines supplémentaires, ne représente en quelque sorte qu'une fourniture accessoire, et la partie des frais généraux fixes de l'usine que l'on attribue à l'énergie de chauffage doit être proportionnellement moindre que celle qui incombe à l'énergie motrice.

Cette remarque ne s'applique évidemment pas au cas où l'énergie est fournie à la compagnie de traction par une usine extérieure.

On a songé aussi à utiliser les rhéostats des freins et ceux de réglage comme sources calorifiques.

Ce mode de chauffage est naturellement intermittent mais il peut suffire et a l'avantage d'être très économique.

Dans ce cas, les résistances sont doublées, des résistances extérieures doivent pouvoir suppléer les résistances intérieures lorsque le chauffage est inutile, des commutateurs permettent aisément la substitution d'une partie ou de la totalité d'un groupe à l'autre.

(1) La Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans chauffe les compartiments de ses voitures de banlieue par des chaufferettes électriques de $220 \times 20$ cm, consommant 0,6 ampère environ à 575 volts, soit 350 watts par compartiment. Le volume moyen d'un compartiment équivaut à 7 m³. La consommation par mètre cube est donc de 50 watts, soit 45 watts par voyageur, en première classe, et 35 watts par voyageur, en seconde.

Digitized by Google

quantité d'énergie considérable, susceptible de parer rapidement au refroidissement dû au mouvement incessant des portes. Mais, d'autre part, dans les tramways à arrêts fréquents, les voyageurs ne restent dans les compartiments qu'un temps relativement court; ils y arrivent chaudement couverts, comme ils le sont à l'extérieur, et n'ont ni le temps ni la possibilité de se dévêtir. Ces voyageurs ne redoutent donc pas le refroidissement du corps. Bien au contraire, la température élevée dans les parties supérieures de la voiture ne peut que les incommoder, puisque c'est la tête qui se trouve le plus chauffée, tandis que les pieds restent privés de chaleur et subissent encore le refroidissement causé par la boue ou la neige apportée du dehors et par les courants d'air. Il faut donc recourir à un mode de chauffage spécial, qui réchauffe rapidement les pieds des voyageurs et n'élève pas inutilement la température de l'air de la voiture, un chauffage qui exerce toute son action à la partie inférieure de la voiture. C'est précisément ce qui arrive avec l'emploi de chaufferettes; les chaussures sont rapidement séchées et les pieds se réchauffent sans que le voyageur ait eu un seul instant l'impression pénible de chaleur à la tête et de froid aux pieds.

Chemins de fer a traction par courant alternatif. — L'application des chaufferettes électriques n'est pas limitée aux lignes à 500-600 volts. Sur les chemins de fer à traction à courant alternatif à haute tension, on les alimente au moyen d'un transformateur, réduisant la tension à 100-150 volts, par exemple.

Les appareils peuvent ainsi être branchés directement sur la distribution et sont complètement indépendants les uns des autres. En outre, la réduction de la tension écarte tout danger d'électrisation pour les voyageurs.

Chemins de fer a traction mécanique. — Il n'est même pas nécessaire qu'une ligne de traction soit électrique pour que l'on puisse trouver quelque avantage à l'emploi des chaufferettes électriques.

Sur une ligne à traction mécanique quelconque, il suffit de placer, soit dans le fourgon, soit sur chaque voiture, une dynamo commandée par les roues mêmes de la voiture. La consommation d'énergie est très faible; le rendement dépend seulement de la bonne suspension de la dynamo. Ce système, qui est couramment employé pour l'éclairage des trains, est d'une application beaucoup plus simple lorsqu'il s'agit de chauffage, car il n'est plus alors besoin de régulateur de tension, indispensable pour maintenir la fixité de la lumière. La capacité calorifique de l'enveloppe de la chaufferette forme volant et rend insensible aux voyageurs les arrêts et les changements de vitesse du train (1).

G. Gorsot.

(1) Ce procédé est employé en particulier sur certains trains de chemins de fer de la Camargue.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 2 mars 1908.*

**Mesure électrique des petites longueurs.** — Note de M. A. Guillet, présentée par M. G. Lippmann. — On mesure généralement une petite longueur soit en la subdivisant en parties égales, de l'ordre du micron, dont on compte le nombre (méthodes interférentielles), soit en l'ajoutant à elle-même un nombre connu de fois et en mesurant directement la longueur obtenue (méthodes de multiplication). Mais il peut être souvent avantageux d'employer, pour la mesure d'une petite longueur, une sorte de comparateur électrique, extrêmement sensible et pratique, dont voici le principe.

Une bobine plate C, invariablement liée à la dimension dont on veut évaluer la variation, est disposée entre deux bobines fixes A, B, de même axe que la bobine C. Une force électromotrice variable est intercalée dans le circuit A + B, et la bobine C est intercalée dans le circuit d'un indicateur convenable de courant; enfin les courants variables qui alimentent les bobines A et B produisent sur C des effets d'induction opposés. On commence par déplacer C, de façon à lui faire prendre la position pour laquelle le potentiel mutuel $m$ du système A + B, C est nul, puis on produit le phénomène mécanique ou physique (allongement élastique, flexion, dilatation, etc.) qui change de $\varepsilon$ la position de C.

Si l'induction est produite en établissant ou supprimant un courant constant $n$ fois par seconde, on a, pour l'intensité moyenne du courant induit,

$$i = n \frac{\Delta m}{r} I'.$$

Pour une autre valeur $\varepsilon'$ du déplacement, on aurait

$$i' = n \frac{\Delta m'}{r'} I';$$

d'où la relation

$$I \frac{\Delta m}{r} = I' \frac{\Delta m'}{r'},$$

si l'on a soin de régler le circuit de façon à amener toujours le spot sur la même division de l'échelle. Or, en choisissant convenablement les dimensions des bobines, ainsi que leur écartement, on a, dans les conditions des expériences,

$$\frac{\Delta m}{\varepsilon} = \frac{\Delta m'}{\varepsilon'} = f;$$

d'où

$$\varepsilon' = \varepsilon \frac{r'}{r} \frac{I}{I'}.$$

On tare l'instrument en donnant à $\varepsilon$ une valeur connue.

La sensibilité de ce comparateur est en quelque sorte illimitée et sa manipulation est très commode en raison de la variété des moyens de compensation.

Digitized by Google

Pour préciser les idées, je supposerai que le rayon des bobines est de 10 cm. Pour deux spires, distantes de $z$ centimètres, le potentiel mutuel a alors les valeurs approchées suivantes :

| Cm. | | Cm. | |
|---|---|---|---|
| $z=8$ | $M=66,84$ | $z=3$ | $M=167,32$ |
| 7 | 78,95 | 2 | 215,70 |
| 6 | 92,96 | 1 | 298,64 |
| 5 | 111,16 | 0,5 | 374,86 |
| 4 | 135,15 | | |

En plaçant une spire $c$ entre deux spires $a+b$ à 15 mm de l'une et à 5 mm de l'autre, on aurait donc

$$m_0 = 125 \text{ environ.}$$

Comme la multiplication due aux enroulements était de $4\times10^5$ dans l'appareil d'essai, on avait

$$m = 5\times10^7$$

et, par suite, pour $n=10$, $I=0,5$ ampère et $r=100$ ohms,

$$i = 10\,\frac{5\times10^7}{10^{11}}\,10^{-2}\,.\,5 = 1,5\,.\,10^{-4}.$$

Avec un galvanomètre qui accuserait $10^{-9}$ ampère par un déplacement de 1 mm (on en construit qui sont 400 fois plus sensibles), le spot se déplacerait donc de 50 cm pour un déplacement de 1 $\mu$ de la bobine C.

C'est en étudiant la méthode imaginée par M. G. Lippmann, pour la détermination expérimentale de la constante d'un électrodynamomètre absolu (1), que j'ai été conduit à disposer l'appareil de façon à le faire servir à la mesure des petites déformations. Et, si petites qu'elles soient, ces déformations peuvent toujours être électriquement manifestées en raison des facteurs nombreux et concourants dont on dispose : grande sensibilité des galvanomètres, nombre de spires des bobines, écartement des bobines, fréquence de l'interrupteur, etc.

---

## DOCUMENTS OFFICIELS

**ARRÊTÉ déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur la distribution d'énergie.**

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes.

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et notamment les articles 2, 4 et 19 de ladite loi;

Vu l'avis du comité d'électricité et du comité de l'exploitation technique des chemins de fer. Arrête :

CHAPITRE PREMIER. — DISPOSITIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES APPLICABLES AUX OUVRAGES DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

SECTION I. — CLASSEMENTS DES DISTRIBUTIONS ET PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES RELATIVES A LA SÉCURITÉ

*Classement des distributions en deux catégories.*

*Article premier.* — Les distributions d'énergie électrique doivent comporter des dispositifs de sécurité en rapport avec la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre.

Suivant cette tension, les distributions d'énergie électrique sont divisées en deux catégories.

1re *catégorie.* — A. *Courant continu.* — Distribution dans lesquelles la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts.

B. *Courant alternatif.* — Distributions dans lesquelles la la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la la terre ne dépasse pas 150 volts.

2e *catégorie.* — Distribution comportant des tensions respectivement supérieures aux tensions ci-dessus.

*Prescriptions générales relatives à la sécurité.*

*Art.* 2. — Les dispositions techniques adoptées pour les ouvrages de distribution ainsi que les conditions de leur exécution, doivent assurer, d'une façon générale, le maintien de l'écoulement des eaux, de l'accès des maisons et des propriétés, des communications télégraphiques et téléphoniques, de la liberté et la sûreté de la circulation sur les voies publiques empruntées, la protection des paysages, ainsi que la sécurité des services publics, celle du personnel de la distribution et celle des habitants des communes traversées.

SECTION II. — CANALISATION AÉRIENNE

*Supports.*

*Art.* 3. — § 1. — Les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité et du sol.

§ 2. — Dans le cas où les supports sont munis d'un fil de terre, ce fil est pourvu sur une hauteur minimum de 3 mètres, à partir du sol, d'un dispositif le plaçant hors d'atteinte.

§ 3. — Tous les supports sont numérotés.

§ 4. — Dans les distributions de 2e catégorie, les poteaux et pylones métalliques sont pourvus d'une bonne communication avec le sol.

§ 5. — Dans la traversée des voies publiques, les supports doivent être aussi rapprochés que possible.

*Isolateurs.*

*Art.* 4. — Les isolateurs employés pour les distributions de la 2e catégorie doivent être essayés dans les conditions ci-après :

Lorsque la tension à laquelle est soumise l'isolateur en service normal est inférieure à 10000 volts, la tension d'essai est le triple de la tension en service.

Lorsque la tension de service normal est supérieure à 10000 volts, la tension d'essai est égale à 30000 volts, plus deux fois l'excès de la tension de service sur 10000 volts.

*Conducteurs.*

*Art.* 5. — § 1. — Les conducteurs doivent être placés hors de la portée du public.

§ 2. — Le point le plus bas des conducteurs et fils de toute nature doit être à :

*a.* 6 mètres au moins au-dessus du sol des voies publiques dans les parties de la distribution qui longent ces voies;

*b.* 8 mètres au moins dans les parties qui les traversent.

§ 3. — En aucun cas, le diamètre des conducteurs d'énergie ne peut être inférieur à 3 millimètres.

§ 4. — Dans la traversée d'une voie publique, l'angle de la direction des conducteurs et de l'axe de la voie est égal au moins à 30 degrés.

§ 5. — Dans la traversée et dans les parties contiguës, il ne doit y avoir sur les conducteurs ni épissures, ni soudures; les conducteurs sont arrêtés sur les isolateurs des supports

(1) G. Lippmann, *Détermination expérimentale de la constante d'un électrodynamomètre absolu* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906).

Digitized by Google

de la traversée et sur les isolateurs des supports des portées contiguës.

§ 6. —Dans les distributions de 2e catégorie, les dispositions suivantes doivent être appliquées :

*a*. Les poteaux et pylones sont munis, à une hauteur d'au moins 2 mètres au-dessus du sol, d'un dispositif spécial, pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs;

*b*. Les mesures nécessaires sont prises pour que, dans les traversées et sur les appuis d'angle, les conducteurs d'énergie électrique, au cas où ils viendraient à abandonner l'isolateur, soient encore retenus et ne risquent pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux;

*c*. Chaque support porte l'inscription « Dangereux » en gros caractères, suivie des mots « Défense absolue de toucher aux fils même tombés à terre ».

§ 7. — Dans la traversée des agglomérations, les conducteurs sont placés à 1 m au moins des façades et, en tout cas, hors de la portée des habitants.

S'ils longent un toit ou passent au-dessus, ils doivent en être distants de 1,50 m au moins.

*Résistance mécanique des ouvrages.*

*Art.* 6. — § 1. — Pour les conducteurs, fils, supports, ferrures, etc., la résistance mécanique des ouvrages est calculée en tenant compte à la fois des charges permanentes que les organes ont à supporter et de la plus défavorable en l'espèce des deux combinaisons de charges accidentelles, résultant des circonstances ci-après :

*a*. Température moyenne de la région avec vent de 120 kg de pression par m² de surface plane ou 72 kg par m² de section longitudinale des pièces à section circulaire.

*b*. Température minimum de la région avec vent de 30 kg par m² de section longitudinale des pièces à section circulaire.

Les calculs justificatifs font ressortir le coefficient de sécurité de tous les éléments, c'est-à-dire le rapport entre l'effort correspondant à la charge de rupture et l'effort le plus grand auquel chaque élément peut être soumis.

§ 2. Dans les distributions de la 2e catégorie, le coefficient de sécurité des ouvrages, dans les parties de la distribution établies longitudinalement sur le sol des voies publiques, doit être au moins égal à 3.

Dans les parties des mêmes distributions établies dans les agglomérations ou traversant les voies publiques, la valeur du coefficient de sécurité est portée au moins à 5.

*Distribution de 2e catégorie desservant plusieurs agglomérations.*

*Art.* 7. — Dans les distributions de 2e catégorie desservant un certain nombre d'agglomérations distantes les unes des autres, l'entrepreneur de la distribution est tenu d'établir entre chaque agglomération importante desservie et l'usine de production de l'énergie ou le poste le plus voisin, un moyen de communication directe.

L'entrepreneur de la distribution peut être dispensé de la prescription énoncée ci-dessus, s'il a établi à l'entrée de chaque agglomération importante un appareil permettant de couper le courant toutes les fois qu'il est nécessaire.

SECTION III. — CANALISATIONS SOUTERRAINES

*Conditions générales d'établissement des conducteurs souterrains.*

*Art.* 8. — § 1. — Protection mécanique.

Les conducteurs d'énergie électrique souterrains doivent être protégés mécaniquement contre les avaries que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs ou le choc des outils en cas de fouille.

§ 2. — Conducteurs électriques placés dans une conduite métallique.

Dans tous les cas où les conducteurs d'énergie électrique sont placés dans une enveloppe ou conduite métallique, ils sont isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

§ 3. — Précautions contre l'introduction des eaux.

Les conduites contenant des câbles sont établies de manière à éviter, autant que possible, l'introduction des eaux. Des précautions sont prises pour assurer la prompte évacuation des eaux, au cas où elles viendraient à s'y introduire accidentellement.

*Voisinage des conduites de gaz.*

*Art.* 9. — Lorsque dans le voisinage de conducteurs d'énergie électrique, placés dans une conduite, il existe des canalisations de gaz, les mesures nécessaires doivent être prises pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation des gaz.

*Regards.*

*Art.* 10. — Les regards affectés aux canalisations électriques ne doivent pas renfermer de tuyaux d'eau, de gaz ou d'air comprimé.

Les regards sont disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les conducteurs d'énergie électrique sont convenablement isolés par rapport aux plaques de fermeture des regards.

SECTION IV. — SOUS-STATIONS, POSTES DE TRANSFORMATEURS ET INSTALLATIONS DIVERSES

*Prescriptions générales pour l'installation des moteurs et appareils divers.*

*Art.* 11. — § 1. — Toutes les pièces saillantes, mobiles et autres parties dangereuses des machines et notamment les bielles, roues, volants, les courroies et câbles, les engrenages, les cylindres et cônes de friction ou tous autres organes de transmission qui seraient reconnus dangereux, sont munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chêneaux de bois ou de fer, tambour pour les courroies et les bielles, ou de couvre-engrenages, garde-mains, grillages.

Sauf le cas d'arrêt du moteur, le maniement des courroies est toujours fait par le moyen de systèmes tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On doit prendre, autant que possible, des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque, dans le plan de rotation ou aux abords immédiats d'un volant, ou de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse.

§ 2. — La mise en train et l'arrêt des machines sont toujours précédés d'un signal convenu.

§ 3. — Des dispositifs de sûreté sont installés, dans la mesure du possible, pour le nettoyage et le graissage des transmissions et mécanismes en marche.

§ 4. — Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs sont guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charge et des contrepoids soit fermée; que la fermeture du puits à l'entrée des divers étages ou galeries s'effectue automatiquement, que rien ne puisse tomber du monte-charge dans le puits.

Pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge est calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et les monte-charges sont pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Digitized by Google

Les appareils de levage portent l'indication du maximum du poids qu'ils peuvent soulever.

§ 5. — Les puits, trappes et ouvertures sont pourvus de solides barrières ou garde-corps.

§ 6. — Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs, soit par construction, soit par suite de dépôts salins ou par suite de l'humidité, on ne doit jamais établir, à la portée de la main, des conducteurs ou des appareils placés à découvert.

*Prescriptions relatives aux moteurs, transformateurs et appareils de la 2e catégorie.*

*Art.* 12. — § 1. — Les locaux non gardés dans lesquels sont installés des transformateurs de la 2e catégorie doivent être fermés à clef.

Des écriteaux très apparents sont apposés partout où il est nécessaire pour prévenir le public du danger d'y pénétrer.

§ 2. — Si une machine ou un appareil électrique de la 2e catégorie se trouve dans un local, ayant en même temps une autre destination, la partie du local affectée à cette machine ou à cet appareil est rendue inaccessible par un garde-corps, ou un dispositif équivalent, à toute personne autre que celle qui en a la charge. Une mention indiquant le danger doit être affichée en évidence.

§ 3. — Les bâtis et pièces conductrices, non parcourus par le courant, qui appartiennent à des moteurs et transformateurs de la 2e catégorie, sont reliés électriquement à la terre, ou isolés électriquement du sol. Dans ce dernier cas, les machines sont entourées par un plancher de service non glissant, isolé du sol et assez développé pour qu'il ne soit pas possible de toucher à la fois à la machine et à un corps conducteur quelconque relié au sol.

La mise à la terre ou l'isolement électrique est constamment maintenu en bon état.

§ 4. — Les passages ménagés pour l'accès aux machines et appareils de la 2e catégorie placés à découvert, ne peuvent avoir moins de 2 m de hauteur; leur largeur mesurée entre les machines, conducteurs ou appareils eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parties métalliques de la construction, ne doit pas être inférieure à 1 m.

*Installation des canalisations à l'intérieur des sous-stations et postes de transformateurs.*

*Art.* 13. — § 1. — A l'intérieur des sous-stations et postes de transformateurs, les canalisations nues de la 2e catégorie doivent être établies hors de la portée de la main sur des isolateurs convenablement espacés et être écartées des masses métalliques, telles que piliers ou colonnes, gouttières, tuyaux de descente, etc.

Les canalisations nues de la 1re catégorie, qui sont à portée de la main, doivent être signalées à l'attention par une marque bien apparente.

Les enveloppes des autres canalisations doivent être convenablement isolantes.

§ 2. — Des dispositions doivent être prises pour éviter l'échauffement anormal des conducteurs, à l'aide de coupe-circuit, fusibles ou autres dispositifs équivalents.

§ 3. — Toute installation, reliée à un réseau comportant des lignes aériennes de plus de 500 m, doit être suffisamment protégée contre les décharges atmosphériques.

*Tableaux de distribution.*

*Art.* 14. — A. Distribution de la 1re catégorie.

Sur les tableaux de distribution de courants appartenant à la 1re catégorie, les conducteurs doivent présenter les isolements et les écartements propres à éviter tout danger.

B. Distributions de la 2e catégorie.

§ 1. — Sur les tableaux de distribution portant sur leur face avant (où se trouvent les poignées de manœuvre et les instruments de lecture) des appareils et pièces métalliques de la 2e catégorie, le plancher de service doit être isolé électriquement et établi dans les conditions indiquées à l'article 12.

§ 2. — Quand des pièces métalliques ou appareils de la 2e catégorie sont établis à découvert sur la face arrière du tableau, un passage entièrement libre de 1 m de largeur et de 2 m de hauteur au moins est réservé derrière lesdits appareils et pièces métalliques; l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef, laquelle ne peut être ouverte que par ordre du chef de service ou par ses préposés à ce désignés; l'entrée en sera interdite à toute autre personne.

§ 3. — Tous les conducteurs et appareils de la 2e catégorie doivent, notamment sur les tableaux de distribution, être nettement différenciés des autres par une marque très apparente (une couche de peinture par exemple).

*Locaux des accumulateurs.*

*Art.* 15. — Dans les locaux où se trouvent des batteries d'accumulateurs, toutes les précautions sont prises pour éviter l'accumulation de gaz détonants; la ventilation de ces locaux doit assurer l'évacuation continue des gaz dégagés.

Les lampes à incandescence employées dans ces locaux sont à double enveloppe.

*Éclairage de secours.*

*Art.* 16. — Les salles des sous-stations doivent posséder un éclairage de secours en état de fonctionner en cas d'arrêt du courant.

*Mise à la terre des colonnes et autres pièces métalliques des sous-stations et postes de transformateurs.*

*Art.* 17. — Les colonnes, les supports, et, en général, toutes les pièces métalliques des sous-stations et postes de transformateurs qui risqueraient d'être soumis à une tension de la 2e catégorie, doivent être convenablement reliés à la terre.

SECTION V. — BRANCHEMENTS PARTICULIERS

*Prescriptions générales.*

*Art.* 18. — Les branchements particuliers doivent être munis d'interrupteurs auxquels l'entrepreneur de la distribution doit avoir accès en tout temps.

*Canalisations aériennes.*

*Art.* 19. — Les conducteurs aériens, formant branchements particuliers, doivent être protégés dans toutes les parties où ils sont à la portée des personnes.

*Canalisations souterraines.*

*Art.* 20. — Les conducteurs souterrains d'énergie électrique, formant branchements particuliers, doivent être recouverts d'un isolant, protégé mécaniquement d'une façon suffisante, soit par l'armature du câble conducteur, soit par des conduites en matière résistante et durable.

CHAPITRE II. — DISPOSITIONS SPÉCIALES APPLICABLES AUX OUVRAGES DE DISTRIBUTION DANS LA TRAVERSÉE DES COURS D'EAU, DES CANAUX DE NAVIGATION ET DES LIGNES DE CHEMINS DE FER, AINSI QU'AUX OUVRAGES SERVANT A LA TRACTION PAR L'ÉLECTRICITÉ.

*Prescriptions générales.*

*Art.* 21. — Les prescriptions du chapitre 1er sont applicables aux parties des distributions d'énergie électrique tra-

Digitized by Google

versant les fleuves, les rivières navigables ou flottables, les canaux de navigation ou les chemins de fer, ainsi qu'aux ouvrages servant à la traction par l'électricité sous réserve des dispositions spéciales énoncées au présent chapitre.

SECTION I. — TRAVERSÉE DES COURS D'EAU ET DES CANAUX DE NAVIGATION PAR DES CANALISATIONS AÉRIENNES

*Hauteur des conducteurs.*

*Art.* 22. — § 1. — A la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation, la hauteur minimum des conducteurs au-dessus du plan d'eau est fixée dans chaque cas, suivant la nature des bateaux fréquentant ces rivières et le mode de navigation.

En aucun cas, cette hauteur ne peut être inférieure à 8 m au-dessus des plus hautes eaux navigables,

§ 2. — La même hauteur minimum de 8 m est applicable à la traversée des autres rivières du domaine public.

*Coefficient de sécurité de l'installation dans la traversée des cours d'eau et des canaux de navigation.*

*Art.* 23. — Le coefficient de sécurité de l'installation dans la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation, est au moins égal à 5, et pour la traversée des autres rivières du domaine public au moins égal à 3.

Le même coefficient 3 est applicable aux installations faites sur les dépendances des cours d'eau et des canaux qui ne sont pas ouvertes à la circulation publique et en particulier sur les emplacements réservés au halage.

SECTION II. — TRAVERSÉE DES LIGNES DE CHEMINS DE FER

*Dispositions générales.*

*Art.* 24. — § 1. — Pour traverser un chemin de fer, toute canalisation électrique doit, de préférence, emprunter un ouvrage d'art (passage supérieur ou passage inférieur) et, autant que possible, ne pas franchir cet ouvrage en diagonale.

A défaut de pouvoir, en raison de circonstances locales, emprunter un ouvrage d'art, la canalisation doit, autant que possible, effectuer la traversée en un point de moindre largeur de l'emprise du chemin de fer.

§ 2. — La ligne dont fait partie la canalisation traversant le chemin de fer doit pouvoir être coupée du reste de la distribution et isolée de tout générateur possible de courant.

§ 3. — Des dispositions spéciales devront être prises quand il y aura lieu, pour la protection des ouvrages traversés, notamment lorsqu'ils supporteront des parties métalliques.

*Canalisations aériennes.*

*Art.* 25. — § 1. — Toute canalisation aérienne qui n'emprunte pas un ouvrage d'art doit franchir les voies ferrées d'une seule portée et suivant une direction aussi voisine que possible de la normale à ces voies et, en tous cas, sous un angle d'au moins 60°. Son point le plus bas doit être situé à 7 m au moins de hauteur au-dessus du rail le plus haut; elle doit être établie à 2 m au moins de distance dans le sens vertical, du conducteur électrique préexistant le plus voisin.

§ 2. — Les supports de la traversée doivent être distants chacun d'au moins 2 m du bord extérieur du rail le plus voisin et placés, autant que possible, en dehors des lignes de conducteurs électriques existant le long des voies.

§ 3. — Les supports de la traversée sont encastrés dans un massif de maçonnerie et constitués de façon assez solide pour pouvoir, en cas de rupture de tous les fils les sollicitant d'un côté, résister à la traction qu'exerceraient sur eux les fils subsistant de l'autre côté, à moins que l'entrepreneur n'ait fait agréer une disposition équivalente au point de vue de la sécurité.

§ 4. — En outre des prescriptions indiquées au chapitre 1er, notamment en ce qui concerne les traversées, chaque conducteur est relié, sur chacun de ses supports, à deux isolateurs.

§ 5. — A chacun des supports est fixé un cadre que traverse tout le faisceau des conducteurs, afin qu'aucun d'eux ne puisse tomber sur la voie ferrée, en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs.

§ 6. — Les supports sont reliés efficacement à la terre.

§ 7. — Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée, calculé conformément aux indications de l'article 6 ci-dessus, est au moins égal à 5 pour les maçonneries de fondation et à 10 pour les organes constituant la superstructure. Toutefois, le coefficient 5 est aussi applicable aux parties en bois entrant dans la superstructure.

*Canalisations souterraines.*

*Art.* 26. — § 1. — Les canalisations souterraines doivent être en câbles armés des meilleurs modèles connus, comportant une chemise de plomb sans soudure et une armure en acier.

Les câbles sont noyés dans le sol, non pas seulement à la traversée des voies ferrées, mais encore de part et d'autre et jusqu'à 3 m au moins au delà des lignes électriques existant le long des voies.

§ 2. — Les câbles sont placés dans des conduites d'au moins 6 centimètres de diamètre extérieur, prolongées de part et d'autre des deux rails extérieurs des voies, de telle façon que l'on puisse, sans opérer aucune fouille sous les voies et le ballast, poser et retirer lesdits câbles.

Sur le reste de leur parcours, dans l'emprise du chemin de fer, les câbles peuvent être placés à nu dans le sol à une profondeur de 70 centimètres au moins, en contrebas de la plate-forme des terrassements.

§ 3. — Les câbles armés, employés dans la traversée, ne peuvent être mis en place qu'après que les essais à l'usine démontrent que :

*a*. Les câbles offrent une résistance d'isolement d'au moins 100 mégohms par kilomètre ;

*b*. Leur isolant résiste à la rupture à l'action d'un courant alternatif, sous une différence de potentiel au moins double de la tension prévue en service.

SECTION III. — PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'ÉTABLISSEMENT DES OUVRAGES SERVANT A LA TRACTION PAR L'ÉLECTRICITÉ

*Tension des distributions pour traction.*

*Art.* 27. — Les dispositions de l'article 3, paragraphe 4, de l'article 5, paragraphes 2 *b*, 4 et 6, de l'article 25 et des deux premiers alinéas du paragraphe 3 de l'article 33, ne visent pas les conducteurs de prise de courant, ni leurs supports, ni les autres lignes placées sur ces supports ou en dehors de la voie publique ou inaccessibles au public, si la tension entre ces conducteurs et la terre ne dépasse pas 1000 v en courant continu.

*Voie.*

*Art.* 28. — Quand les rails de roulement sont employés comme conducteurs, toutes les mesures nécessaires sont prises pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques telles que les voies ferrées des chemins de fer, conduites d'eau et de gaz, les lignes télégraphiques ou téléphoniques, toutes autres lignes électriques, etc.

A cet effet, seront notamment appliquées les prescriptions suivantes :

§ 1. — La conductance de la voie est assurée dans les

Digitized by Google

meilleures conditions possibles, notamment en ce qui concerne les joints dont la résistance ne doit pas dépasser pour chacun d'eux celle de 10 m de rail normal.

L'exploitant est tenu de vérifier périodiquement cette conductance et de consigner les résultats obtenus sur un registre qui doit être présenté à toute réquisition du service du contrôle.

§ 2. — La perte de charge dans les voies, mesurée sur une longueur de voie de 1 km, prise arbitrairement sur une section quelconque du réseau, ne doit pas dépasser en moyenne 1 volt pendant la durée effective de la marche normale des voitures.

§ 3. — Les artères, reliées à la voie, sont isolées.

§ 4. — Aux points où la voie de roulement comporte des aiguillages ou des coupures, la conductance est assurée par des dispositions spéciales.

§ 5. — Lorsque la voie passe sur un ouvrage métallique, elle est, autant que possible, isolée électriquement dans la traversée de l'ouvrage.

§ 6. — Aussi longtemps qu'il n'existe pas de masses métalliques dans le voisinage des voies, une perte de charge supérieure aux limites fixées au paragraphe 2, peut être admise, à la condition qu'il n'en résulte aucun inconvénient, et en particulier aucun trouble dans les communications télégraphiques ou téléphoniques, ni dans les lignes de signaux de chemins de fer.

§ 7. — L'entrepreneur de la distribution est tenu de faire les installations nécessaires pour permettre au service du contrôle de vérifier l'application des prescriptions du présent article; il doit notamment disposer, s'il y a nécessité, des fils pilotes entre les points désignés de la distribution.

*Protection des lignes aériennes voisines.*

*Art.* 29. — A tous les points où les lignes assurant le service de traction croisent d'autres lignes de distribution, ou des lignes télégraphiques ou téléphoniques, des dispositifs doivent être établis en vue de protéger mécaniquement ces lignes contre les contacts avec les conducteurs aériens servant à la traction.

Des dispositions sont prises pour qu'en aucun cas l'appareil de prise de courant ne puisse atteindre les lignes voisines.

*Fils transversaux servant à la suspension des conducteurs de prise de courant.*

*Art.* 30. — Les fils transversaux, servant à la suspension des conducteurs de prise de courant sont isolés, avec soin, de ces conducteurs et de la terre.

## CHAPITRE III. — Protection des lignes télégraphiques et téléphoniques

*Voisinage des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux et des canalisations aériennes*(1).

*Art.* 31. — § 1. — En aucun cas, la distance entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux ne doit être inférieure à 1 m.

§ 2. — Lorsque des conducteurs d'énergie électrique parcourus par des courants de la deuxième catégorie suivent parallèlement une ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux, la distance minimum à établir entre ces lignes doit être augmentée de manière qu'en aucun cas il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Cette distance ne peut être inférieure à 2 m, excepté si les conducteurs sont fixés sur toute leur longueur, auquel cas la distance peut être réduite à 1 m comme pour toutes les autres lignes.

§ 3. — Aux points de croisement, les conducteurs d'énergie sont, autant que possible, placés au-dessus des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux.

Si les conducteurs d'énergie sont au-dessus des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, il est fait application des dispositions de l'article 5, § 5 et de l'article 5, § 5 et § 6 *b*.

Si les conducteurs d'énergie sont au-dessous des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, et s'ils sont parcourus par des courants de deuxième catégorie, un dispositif de garde efficace relié à la terre est solidement établi entre les deux sortes de conducteurs.

Une disposition analogue peut, en cas de nécessité, être imposée pour les conducteurs de première catégorie.

Lorsque les dispositions prévues au présent paragraphe ne peuvent être appliquées, les lignes préexistantes doivent être modifiées.

§ 4. — Au voisinage des ouvrages de distribution, il pourra être établi, s'il est jugé nécessaire, des coupe-circuits spéciaux sur les fils télégraphiques ou téléphoniques intéressés.

*Voisinage des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux et des canalisations souterraines.*

*Art.* 32. — § 1. — Lorsque des conducteurs souterrains d'énergie électrique suivent une direction commune avec une ligne télégraphique, téléphonique souterraine ou de signaux et que les deux canalisations sont établies en tranchée, une distance minimum de 1 m doit exister entre ces conducteurs et la ligne télégraphique ou téléphonique, à moins qu'ils ne soient séparés par une cloison.

§ 2. — Lorsque des conducteurs croisent une ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux, ils doivent être placés à une distance minimum de 50 cm des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, à moins qu'ils ne présentent en ces points, au point de vue de la sécurité publique, de l'induction et des dérivations, des garanties équivalentes à celles des câbles concentriques ou cordés à enveloppe de plomb et armés.

*Lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux affectées à l'exploitation des distributions de deuxième catégorie.*

*Art.* 33. — Les lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux, qui sont montées, en tout ou en partie de leur longueur, sur les mêmes supports qu'une ligne électrique de la deuxième catégorie sont assimilées, pour les conditions de leur établissement, aux lignes électriques de cette même catégorie. En conséquence, elles sont soumises aux prescriptions applicables à ces lignes.

Les lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux sont toujours placées au-dessous des conducteurs d'énergie électrique.

En outre, leurs postes de communication, leurs appareils de manœuvre ou d'appel sont disposés de telle manière qu'il ne soit possible de les utiliser ou de les manœuvrer qu'en se trouvant dans les meilleures conditions d'isolement par rapport à la terre, à moins que leurs appareils ne soient disposés de manière à assurer l'isolement de l'opérateur par rapport à la ligne.

## CHAPITRE IV — Entretien des ouvrages — Exploitation des distributions

*Précautions à prendre dans les travaux d'entretien des lignes.*

Lignes de la première catégorie.

*Art.* 34. — Aucun travail ne peut être entrepris sur des

(1) Nota. — Il est rappelé que les frais des modifications jugées nécessaires des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes à celles de la distribution incombent à l'entrepreneur de cette distribution.

Digitized by Google

conducteurs de la première catégorie en charge ou sur des conducteurs placés sur les mêmes supports que des conducteurs de deuxième catégorie sans que des précautions suffisantes assurent la sécurité de l'opérateur.

Lignes de la deuxième catégorie.

§ 1. — Il est formellement interdit de faire exécuter sur les lignes de la deuxième catégorie aucun travail sans qu'elles aient été, au préalable, isolées de tout générateur possible de courant.

§ 2. — La communication ne peut être rétablie que lorsqu'il y a certitude que les ouvriers ne travaillent plus sur la ligne.

A cet effet, l'ordre de rétablissement du courant ne peut être donné que par le chef de service ou son délégué, et seulement après qu'il se sera assuré que le travail est terminé et que tout le personnel de l'équipe est réuni en un point de ralliement fixé à l'avance.

Pendant toute la durée du travail, toutes dispositions utiles doivent être prises pour que le courant ne puisse être rétabli, sans ordre exprès du chef de service ou de son délégué.

§ 3. — Les mesures indiquées aux deux paragraphes précédents peuvent être remplacées par l'emploi de dispositifs spéciaux permettant, soit au chef d'équipe, en cas de travail par équipe, de protéger lui-même l'équipe, soit aux ouvriers isolés de se protéger eux-mêmes par des appareils de coupure pendant toute la durée du travail.

§ 4. — Dans les cas exceptionnels où il est nécessaire qu'un travail soit entrepris sur des lignes en charge de la 2e catégorie, il ne doit y être procédé que sur l'ordre exprès du chef de service et avec toutes les précautions de sécurité qu'il indiquera.

*Élagage des plantations.*

*Art.* 1er. — § 1. — Sur les voies publiques, empruntées par une distribution d'énergie électrique, l'élagage des arbres, plantés en bordure de ces voies publiques, soit sur le sol de ces voies, soit sur les propriétés particulières, doit être effectué aussi souvent que la sécurité de la distribution l'exige.

S'il en est requis par le service du contrôle, l'entrepreneur de la distribution est tenu de procéder à cet élagage en se conformant aux instructions du service de voirie.

§ 2. — Il est interdit de faire exécuter les élagages ou des travaux analogues pouvant mettre directement ou indirectement le personnel en contact avec des conducteurs électriques ou pièces métalliques de la 2e catégorie, sans avoir pris des précautions suffisantes pour assurer la sécurité du public et du personnel par des mesures efficaces d'isolement.

*Affichage des prescriptions relatives à la sécurité dans les distributions de 2e catégorie.*

*Art.* 36. — Les chefs d'industrie, directeurs ou gérants, sont tenus d'afficher dans un endroit apparent des salles contenant des installations de la 2e catégorie :

1° Un ordre de service indiquant qu'il est dangereux et formellement interdit de toucher aux pièces métalliques ou conducteurs soumis à une tension de la 2e catégorie, même avec des gants en caoutchouc, ou de se livrer à des travaux sur ces pièces ou conducteurs, même avec des outils à manche isolant ;

2° Des extraits du présent arrêté et une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques rédigée conformément aux termes qui seront fixés par un arrêté ministériel.

CHAPITRE V. — Dispositions diverses

*Interdiction d'employer la terre.*

*Art.* 37. — Il est interdit d'employer la terre comme partie du circuit de la distribution.

*Voisinage des magasins à poudre et poudreries.*

*Art.* 38. — Aucun conducteur d'énergie électrique ne peut être établi à moins de 20 m d'une poudrerie ou d'un magasin à poudre, à munitions ou à explosifs, si ce conducteur est aérien, de 10 m si ce conducteur est souterrain.

Cette distance se compte à partir de l'aplomb extérieur de la clôture qui entoure la poudrerie ou du mur d'enceinte spécial qui entoure le magasin. S'il n'existe pas de mur, on devra considérer comme limite :

1° D'un magasin enterré, le pied du talus du massif de terre recouvrant les locaux ;

2° D'un magasin souterrain, le polygone convexe circonscrit à la projection horizontale sur le sol des locaux et des gaines ou couloirs qui mettent ces locaux en communication avec l'extérieur.

*Conditions d'application du présent règlement.*

*Art.* 39. — § 1. — Des dérogations aux prescriptions du présent règlement peuvent être accordées par le Ministre des travaux publics, après avis du Comité d'électricité.

§ 2. — Le présent règlement ne fait pas obstacle à ce que le service du contrôle, lorsque la sécurité l'exige, impose des conditions spéciales pour l'établissement des distributions, sauf recours des intéressés au Ministre des travaux publics.

Paris, le 21 mars 1908.

---

## DÉCRET
## portant réorganisation du Conseil des Prud'hommes.

*Article premier.* — La circonscription du conseil de prud'hommes de Paris comprend tout le département de la Seine. Ce conseil est divisé en cinq sections, dites du bâtiment, des métaux et industries diverses, des produits chimiques, des tissus, du commerce.

La répartition des professions et le nombre des prud'hommes patrons ou ouvriers sont fixés conformément aux tableaux annexés au présent décret.

*Art.* 2. — Il sera procédé à des élections générales pour la nomination des membres du conseil de prud'hommes de Paris, avant le 1er janvier 1909.

Les conseils actuels resteront en exercice jusqu'à l'installation du nouveau conseil.

*Art.* 3. — Pour la septième catégorie de la section des tissus, le renouvellement triennal des conseillers patrons portera sur la moitié des conseillers de chacun des deux groupes constituant cette catégorie.

*Art.* 4. — Le règlement intérieur prévu par l'article 55 de la loi du 27 mars 1907 sera soumis à l'approbation du ministre de la justice et du ministre du travail et de la prévoyance sociale, dans les trois mois qui suivront l'installation du conseil.

*Art.* 5. — Le garde des sceaux, ministre de la justice, et le ministre du travail et de la prévoyance sociale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Paris, le 25 mars 1908.

---

Digitized by Google

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

383 485. — **Société Scott Electrical C°.** — *Perfectionnements aux lampes à arc à flamme* (6 août 1907).

383 544. — **Timar et Von Dreger.**. — *Procédé pour la production de lumière électrique froide* (2 novembre 1907).

384 070. — **Belin.** — *Appareil pour la reproduction à distance des documents graphiques* (24 janvier 1907).

383 998. — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft.** — *Dispositif et procédé de production de courant continu* (30 octobre 1907).

384 035. — **Bouchet.** — *Dispositif pour la charge automatique des accumulateurs* (25 janvier 1907).

383 968. — **Rosenbaum.** — *Pince pour tableau de distribution* (3 octobre 1907).

384 078. — **Lemort.** — *Isolant pour appareils électriques* (16 novembre 1907).

384 105. — **Von Seemen.** — *Procédé pour la fabrication de produits conducteurs d'électricité* (18 novembre 1907).

384 150. — **Firme Robert Bosch.** — *Contact à ressort pour connexion amovible* (18 novembre 1907).

384 152. — **Land und Seekabelwerke Aktien Gesellschaft.** — *Limiteurs de tension* (18 novembre 1907).

384 157. — **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Compteur d'ampères-heure* (19 novembre 1907).

384 096. — **Bergmann.** — *Four à arc électrique* (16 novembre 1907).

384 086. — **Capitaine.** — *Lampe à arc* (16 novembre 1907).

384 200. — **Hegner.** — *Perfectionnements dans la fabrication des lampes électriques* (21 novembre 1907).

384 220. — **Harter.** — *Raccord multiple pour lampes électriques* (21 novembre 1907).

383 714. — **Bekesy.** — *Appareil de télégraphie optique* (5 juin 1907).

385 785. — **Société International Telemeter C°.** — *Dispositif pour la transmission électrique de signaux* (9 novembre 1907).

383 896. — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft.** — *Machine à courant continu* (13 novembre 1907).

385 721. — **Roberston.** — *Connexions électriques* (27 août 1907).

385 795. — **Mudry.** — *Interrupteur électrique* (9 novembre 1907).

385 798. — **Massiot.** — *Dispositif d'interrupteurs électriques* (9 novembre 1907).

385 827. — **Arcioni.** — *Train de roues pour compteurs d'énergie électrique à double tarif* (11 novembre 1907).

385 856. — **Arcioni.** — *Compteur électrique* (11 novembre 1907).

385 865. — **Arcioni.** — *Wattmètre pour courants triphasés* (11 novembre 1907).

385 915. — **Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Compteur d'électricité pour courant continu* (13 novembre 1907).

383 928. — **Cervera.** — *Compteur électrique* (14 novembre 1907).

383 956. — **Kelman.** — *Interrupteur coupe-circuit pour canalisations électriques à potentiel élevé* (14 novembre 1907).

383 822. — **Ephrem.** — *Procédé pour la fabrication de filaments pour lampes électriques à incandescence* (11 novembre 1907).

384 588. — **Monson.** — *Système téléphonique* (26 novembre 1907).

384 464. — **Kottgen.** — *Procédé et dispositifs pour recevoir des impulsions électriques* (28 novembre 1907).

384 278. — **Steiner Von Eltemberg.** — *Élément galvanique à électrodes rotatives* (22 novembre 1907).

384 522. — **Bled.** — *Machine électrique à courant continu* (23 novembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Compagnie générale d'Électricité.** — Les actionnaires de cette Compagnie se sont réunis le 21 décembre 1907 en assemblée générale ordinaire sous la présidence de M. Edmond Rodier.

Les résultats de l'exercice 1906-1907, dont il a été rendu compte, ont été particulièrement satisfaisants, se traduisant par 4095 442,90 fr de bénéfices nets.

Il faut dire, cependant, que ces bénéfices comprennent d'abord : 2095 442,90 fr de bénéfices normaux; ensuite 1 000 000 fr procurés par la cession des intérêts que la Compagnie possédait dans un des secteurs électriques de Bordeaux, plus une somme de 1 000 000 fr rendue disponible de ce fait, parce qu'elle avait précisément pour but de parer aux risques que pouvait faire courir cette affaire, provision constituée par des prélèvements, faits avant inventaire, sur les bénéfices des exercices antérieurs. Il y a donc pour ces deux derniers profits un cas exceptionnel, c'est pourquoi le Conseil d'administration dans ses propositions s'est montré très large à l'égard des réserves et amortissements.

Le rendement des usines de fabrication est resté normal, bien que plusieurs d'entre elles n'aient pu maintenir les chiffres de livraisons de l'exercice précédent. Les cours de la plupart des métaux ont, vers la fin de l'exercice, présenté des signes de faiblesse qui n'ont fait que s'accentuer depuis. Les prix des métaux invendus figurant à l'inventaire du 30 juin dernier, sont encore notablement plus bas.

L'entretien, la réfection et les agencements ont nécessité avant inventaire des amortissements particulièrement importants; l'exercice a été en outre chargé de quelques dépenses extraordinaires, parmi lesquelles nous citerons l'édification et l'aménagement d'une crèche pour les usines d'Ivry-Port, usines qui occupent mille ouvrières.

Aux stations centrales, leur développement continu ne s'est pas démenti l'année dernière. Les exercices à venir auront encore à profiter des traités qui viennent d'être conclus avec la Compagnie générale française de tramways, pour son réseau de Nancy, et avec la Société des tramways d'Amiens, traités en vertu desquels les stations centrales fourniront dorénavant à ces deux importantes entreprises de traction toute l'énergie électrique qui leur est nécessaire.

Deux unités de chacune 1000 kw vont, en conséquence, être installées, l'une à Amiens et l'autre à Nancy. Le déve-

Digitized by Google

loppement normal de cette dernière station centrale avait déjà amené la Compagnie à commencer les travaux d'établissement d'un groupe électrogène de 1000 kw.

Les villes desservies, soit directement par la Compagnie, soit par ses filiales, se sont accrues de deux exploitations nouvelles : celle d'Angers et celle de Marseille. En voici, d'ailleurs la liste comparative avec la durée actuelle des concessions.

| | Habitants. | Concession. |
|---|---|---|
| Angers | 82 935 | 21 ans. |
| Amiens | 90 920 | 26 — |
| Marseille | 517 498 | 54 — |
| Nancy | 110 570 | 41 — |
| Nantes | 133 247 | 22 — |
| Rouen | 118 459 | 58 — |

Plus 13 communes suburbaines d'une population globale de 47826 habitants.

Au point de vue exploitation, voici les chiffres comparatifs habituels :

| | 30 juin 1906. | 30 juin 1907. |
|---|---|---|
| Abonnés desservis | 8 004 | 10 448 |
| Lampes de 50 watts | 574 899 | 784 668 |
| Nombre de moteurs électriques | 2 433 | 3 206 |
| Puissance des moteurs, en chevaux | 6 188 | 8 452 |
| Recettes, en fr. | 3 395 052,55 | 4 279 559,90 |

La Compagnie générale d'Électricité détient en portefeuille des actions des sociétés suivantes : Accumulateur Tudor, Compagnie d'électricité d'Angers, Société nantaise d'électricité, Compagnie d'électricité de Marseille.

En ce qui concerne les deux premières, il n'y a rien de particulier à signaler.

Au sujet de la Société nantaise d'électricité, il y a lieu de noter l'agrandissement de la chaufferie et l'érection prochaine d'un nouveau groupe électrogène de 1000 kw.

Quant à la Compagnie d'électricité de Marseille, la plus importante des filiales, il y a lieu de remarquer que son usine de distribution d'énergie électrique n'est en service que depuis une année seulement et son développement s'accuse à tel point que les travaux d'établissement de la deuxième phase ont du être commencés avant même que ne fussent terminés les premiers. Prévue pour une puissance de 24000 kilowatts, c'est-à-dire 32000 chevaux, la station centrale est établie au cap Pinède, à 5 kilomètres environ du centre de la ville, en plein port au bord de la mer, ce qui lui permet de recevoir ses matériaux, soit par bateau, soit par chemin de fer, soit encore, pour ce qui concerne les houilles, d'un charbonnage contigu. Elle puise et évacue ses eaux de condensation dans la mer, où elle rejette également ses escarbilles.

L'ensemble de l'usine génératrice doit comporter deux halls de machines destinés à recevoir : le premier, quatre unités de 2000 kw chacune, le second, quatre unités de 4000 kw. Le premier hall est en voie d'achèvement; des quatre groupes électrogènes qu'il doit abriter, deux sont en service, les deux autres seront installés, l'un au mois d'avril, l'autre en novembre prochain.

La Société disposera donc bientôt de 8000 kilowatts, soit 10000 chevaux, dont 2500 de réserve.

La Société procédait, parallèlement aux travaux d'installation de sa station centrale, à l'édification d'une sous-station de transformation et de régulation, placée au cœur de la ville, comportant déjà quatre groupes convertisseurs de 500 kilowatts chacun; à l'établissement des feeders et des réseaux de distribution ayant nécessité 150 kilomètres environ de tranchées; à l'agencement des bureaux définitifs et d'un magasin de démonstration et de vente situés à proximité immédiate des rues de Noailles et Cannebière.

Après ces quelques renseignements il nous reste à exposer ci-dessous la situation financière de la Compagnie générale d'Électricité.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Immobilisations : Terrains, immeubles, constructions et matériel, concessions et clientèle | 27 862 155,36 fr. |
| Caisse, banquiers, effets à recevoir | 2 353 158,92 |
| Débiteurs divers | 4 707 175,05 |
| Marchandises fabriquées | 1 743 891,08 |
| Matières premières, matières en cours de fabrication et approvisionnements divers | 4 732 868,41 |
| Comptes courants des filiales | 2 678 574,86 |
| Titres en portefeuille | 6 809 241,00 |
| Apports | 1,00 |
| Brevets | 1,00 |
| Frais de constitution | 1,00 |
| Prime de remboursement et frais d'émission de 50000 obligations (solde) | 1 150 000,00 |
| Total | 52 236 847,68 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital-actions | 15 000 000,00 fr. |
| Réserve légale | 575 558,50 |
| Réserve générale | 2 582 500,00 |
| Réserve supplémentaire | 2 070 000,00 |
| Obligations 1re, 2e et 3e séries | 22 617 500,00 |
| Fournisseurs, comptes courants, provisions, etc. | 7 645 532,99 |
| Coupons à payer, obligations à rembourser, tantièmes | 1 926 802,04 |
| Profits et pertes, solde à nouveau | 19 154,15 |
| Total | 52 236 847,68 fr. |

Après une assez longue discussion, au cours de laquelle M. Azaria, administrateur-délégué, eut l'occasion de fournir de nombreuses explications à la suite des questions qui lui furent posées, le président mit aux voix les résolutions suivantes qui furent adoptées à mains levées.

*Première résolution.* — L'assemblée générale, après avoir entendu la lecture des rapports du Conseil d'administration et des commissaires chargés de la vérification des comptes de l'exercice 1906-1907, approuve dans toutes leurs parties le rapport du Conseil, le bilan et les comptes arrêtés au 30 juin 1907, tels qu'ils lui sont présentés.

*Deuxième résolution.* — L'assemblée approuve les propositions du Conseil d'administration, concernant les réserves et amortissements et la répartition des bénéfices sociaux.

En conséquence, elle fixe à 30 fr par action le montant du dividende de l'exercice 1906-1907, impôts établis par les lois de finance à déduire. Ce dividende sera mis en paiement le 15 janvier prochain.

L'allocation du Conseil d'administration sera, comme d'habitude, payée le lendemain de l'assemblée générale.

*Troisième résolution.* — Conformément aux articles 19 et 20 des statuts, l'assemblée générale réélit administrateurs : MM. Boyer, Génébrias de Frédaigues, Nemours Herbault, administrateurs sortants.

*Quatrième résolution.* — MM. Gabriel et du Vivier de Streel, commissaires pour l'exercice 1907-1908, avec faculté d'agir l'un à défaut de l'autre, conformément à l'article 28 des statuts et maintient leur rémunération au même chiffre que précédemment.

*Cinquième résolution.* — L'assemblée donne acte aux administrateurs de leurs déclarations en ce qui concerne les opérations faites avec la Compagnie générale d'Électricité par les établissements dans lesquels ils sont intéressés à un titre quelconque.

Elle accorde à nouveau aux administrateurs l'autorisation prescrite par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, sous les conditions fixées par cette loi.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61342. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 392 25 Avril 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Statistique des stations centrales d'énergie électrique établies en France. — Distinctions honorifiques. — Contrôle des installations électriques. — Exposition internationale des applications de l'électricité à Marseille, 1908. — Traction par courant alternatif simple. — Électro-aimants pour la manutention des objets lourds. — Nouveau système de traction. — Les installations électriques en Chine. — Les accidents du travail et les médecins marrons. . . . . 169

CORRESPONDANCE. — Terminologie électrique. R.-V. Picou. — A propos de câbles. R. Sandström. . . . . 171

DÉTERMINATION DE L'IRRÉGULARITÉ D'ALLURE D'UN MOTEUR A PISTON. F. Loppé . . . . . 175

LA FABRICATION INDUSTRIELLE DU CYANAMIDE DE CALCIUM. Henry. . . 176

LES MOTEURS A COURANT ALTERNATIF SIMPLE UTILISÉS POUR LA TRACTION EN ALLEMAGNE. M. T. . . . . 178

JOINTS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES. F. Loppé. . . . . 185

ORGANISATION DU SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE. Henry. . . . . 185

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 2 mars 1908* : Sur l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse, par M. Ad. Minet. — Sur le triage des minéraux par l'électro-aimant, par A. Chevallier et L. Vérain. . . . . 186

*Séance du 9 mars 1908* : Accroissement de sensibilité des révélateurs électrolytiques sous diverses influences, par Éd. Branly. . . . . 189

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 1er avril 1908* . . . . . 190

BIBLIOGRAPHIE. — Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien, par E. Hospitalier et G. Roux. . . . . 190

BREVETS D'INVENTION. . . . . 191

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale* : Sud-Électrique . . . . . 191

## INFORMATIONS

**Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique établies en France.** — Notre statistique des stations centrales (11e édition en préparation) devant paraître d'ici peu, nous prions instamment nos lecteurs ou abonnés qui auraient des modifications, additions ou rectifications à apporter à la dernière édition, de nous les adresser dans le plus bref délai. Pour faciliter ce travail, nous tenons dans ce but, à leur disposition, des exemplaires de la dernière édition. A. S.

**Distinctions honorifiques.** — ORDRE NATIONAL DE LA LÉGION D'HONNEUR. — Parmi les récentes nominations au grade de Chevalier, nous sommes heureux de relever les noms des personnalités suivantes :

M. CORDIER (Gabriel-Charles-Marie), ingénieur des ponts et chaussées, directeur de la Société l'Énergie électrique du littoral méditerranéen ;

M. GIN (Gustave-Henri), administrateur de la Société des procédés Gin pour la métallurgie électrique. A. S.

**Contrôle des installations électriques.** — Par arrêté du ministre des Travaux publics en date du 30 mars 1908, le contrôle des distributions d'énergie électrique est organisé, sous la direction de l'ingénieur en chef du service ordinaire des ponts et chaussées, ainsi qu'il suit :

1° SUR LE TERRITOIRE DE BELFORT. — *Voirie.* — L'ingénieur chargé de l'arrondissement unique du service ordinaire du département du Haut-Rhin (partie française).

Les conducteurs subdivisionnaires et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Boyé, ingénieur des télégraphes à Dijon. — Agent du contrôle : M. Pernot, conducteur principal des ponts et chaussées à Belfort.

2° DÉPARTEMENT DE LA MARNE. — *Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Huet, ingénieur des ponts et chaussées à Reims. — Agents du contrôle : MM. Jeanson, conducteur des ponts et chaussées à Reims, et Schultz, conducteur des ponts et chaussées à Châlons.

3° DÉPARTEMENT DE LA SEINE-INFÉRIEURE. — *Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Guerville, ingénieur des télégraphes à Rouen. — Agent du contrôle : M. Tireau, conducteur des ponts et chaussées à Rouen.

Nous donnerons la suite de la liste au fur et à mesure de sa publication.



Digitized by Google

**Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908).** — Relevé des nouveaux exposants ayant donné leur adhésion à ce jour (voy. n° 590, du 25 mars, et n° 591, du 10 avril) :

Allumeurs extincteurs automatiques (Société anonyme des), Zurich.
Angelo (Silvestre), Marseille.
Arturo Perego et C^ie^, Milan.
Atolia Mining Company, San Francisco.
Baron (E. et Ch.) (Société des Oléonaphtes), Marseille.
Boniffacy et Roux, Marseille.
Canalisation électrique (La), Saint-Maurice.
Chemin de fer du Nord (Compagnie du), Paris.
Ciments prompts et Portland artificiels (Société des), Grenoble.
Coninck (G. de), Groupe Espérantiste marseillais, Marseille.
Dinin (Alfred), Puteaux.
Éclairage de la ville de Toulon (Société anonyme d'), Lyon.
Électricité A. E. G. (Société française d'), Paris.
Électricité de Montpellier (Compagnie d'), Montpellier.
Elektricitäts Gesellschaft Gebr. Ruhstrat, Göttingen.
Émaillerie marseillaise, Marseille.
Entreprises et Exploitations électriques (Société française d'), Paris.
Force et Lumière (Société grenobloise de), Grenoble.
Frauenlob (C.-W.), Zurich et Bâle.
Giros et Loucheur, Paris.
Gonneau (Pierre), Lyon.
Grenoble Électricité (Société de), Grenoble.
Hemmerlé (Léon), Lyon.
Henrion (Fabius), Nancy.
Holtzer (Léon), Paris.
Houtsch (Alphonse), Berlin.
Jay (Joseph) et Jallifier, Grenoble.
Jouve (A.), Paris.
Joya (J.) père et fils, Grenoble.
Laffond (J.-B.), Marseille.
Manufacture d'Appareils de Chauffage électrique, Schwanden.
Messageries maritimes (Compagnie des), La Ciotat.
Moureu (Émile), Marseille.
Perreau, Besançon.
Routin, Lyon.
Schlick (Émile), Nancy.
Séraphin (E.) et C^ie^, Menton.
Singrün (Société des Établissements), Épinal.
Sotron (J.-B.), Marseille.
Thomson-Houston (Ateliers), Paris.
Transports maritimes à vapeur (Société générale des), Marseille.
Travail électrique des métaux (Société pour le), Paris.

**Traction par courant alternatif simple.** — Nous apprenons que la Société anonyme Westinghouse du Havre va procéder d'ici peu à l'installation de deux lignes pour l'application du système de traction électrique par courant alternatif simple.

La première de ces installations est celle de deux lignes suburbaines du réseau de la Compagnie des omnibus et tramways de Lyon : de Lyon à Jons et de Lyon à Miribel, soit environ 22 km en voie normale de 1,44 m. L'énergie sera fournie par une station voisine sous la forme de courant continu à 600 v, transformé dans une sous-station comprenant des groupes convertisseurs composés chacun d'un moteur shunt à courant continu de 220 kw, 600 v, 450 tours : m, commandant directement un alternateur simple de 225 kv-a, 6600 v, 15 p : s et des groupes d'excitation séparés. Le courant sera transmis directement à cette tension de 6600 sans l'intermédiaire d'aucune sous-station le long de la ligne. Le fil de trolley sera installé avec suspension caténaire simple.

Le service sera assuré, au début de l'exploitation, par 15 voitures automotrices équipées chacune avec deux moteurs à courant alternatif simple Westinghouse de 56 kw, 250 v, 15 p : s, pouvant fournir une vitesse commerciale (y compris les arrêts) de 20 km à l'heure. Les équipements de ces automotrices seront prévus pour fonctionner également sur courant continu, une grande partie du réseau étant actuellement alimenté par courant continu.

La seconde installation consiste en l'équipement d'une ligne de tramways de l'Italie méridionale, de Salerne à Valle di Pompeï, soit une distance de 30 km avec voie de 1 m, en partie sur route départementale. L'énergie sera achetée au dehors sous la forme de courant triphasé à haute tension et transformée dans une sous-station en courant alternatif simple à 6600 v, 25 p : s, au moyen de groupes convertisseurs composés d'un moteur triphasé et d'un alternateur simple à 6600 v, 25 p : s. Le courant sera transmis à la ligne de contact directement à cette tension, le fil de trolley sera à construction caténaire simple.

L'exploitation sera assurée par 20 voitures automotrices équipées chacune avec deux moteurs à courant alternatif simple Westinghouse de 50 kw, 250 v, 25 p : s. La vitesse commerciale atteinte avec ces automotrices sera de 25 km : h.

**Électro-aimants pour la manutention des objets lourds.** — Les électro-aimants de grandes dimensions sont assez employés, dans les usines qui disposent du courant électrique, comme crochets de levage pour soulever, par adhérence, des pièces de fonte ou d'acier, au lieu de les accrocher au palan d'une grue ou d'un pont roulant. Ce mode opératoire est surtout avantageux pour les objets qu'il n'est pas facile d'élinguer : débris de ferraille, pièces détachées, etc.

La *Zeits. des Ver. Deutsch. Ing.*, du 11 janvier dernier, donne la coupe des électro-aimants de ce genre construits par la *Cutler Hammer Clutch C^o^*, de Milwaukee (Wisconsin, États-Unis). Ils comportent une carcasse annulaire aplatie, avec noyau central; dans la gorge annulaire qui entoure ce noyau se loge la bobine magnétisante, en forme de couronne à section rectangulaire, protégée sur sa face inférieure par une enveloppe facilement démontable.

Ces électro-aimants, nous dit le *Génie civil*, sont construits en diverses grandeurs, de 0,25 à 1,50 m de diamètre; ils ont l'inconvénient d'être lourds : un électro du plus grand modèle pèse à peu près autant que la charge qu'il peut soulever (2200 à 2300 kg); les petits modèles peuvent, au contraire, soulever huit ou dix fois leur poids.

**Nouveau système de traction.** — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* annonce que l'on a inauguré la traction électrique sur une portion de 26 km du chemin de fer de Naples à Pompéi, qui a une longueur totale de 70 km.

Le courant est amené aux voitures par deux fils aériens de 50 mm² de section chacun; la portion de ligne exploitée électriquement est partagée en deux sections alimentées chacune par un feeder de courant continu à 750 v. Les voitures motrices, de 11 m de longueur, sont munies chacune de deux perches de trolley et de deux moteurs Westinghouse de 50 kw; la vitesse maximum peut atteindre 52 km à l'heure.

Les trains comportent deux voitures motrices l'une en tête, l'autre en queue, entre lesquelles sont placées 5 voitures remorquées, la longueur totale du train est de 75 m.

Chaque voiture motrice est sous la dépendance d'un conducteur qui actionne le combinateur; les combinateurs ne sont pas enclenchés, mais, afin que le conducteur de la voiture motrice arrière puisse régler sa marche d'après celle de la voiture d'avant, un ampèremètre lui indique l'intensité du courant absorbé par la voiture d'avant; de même le conducteur d'avant a sous les yeux un ampèremètre lui indiquant l'intensité du courant absorbé par la voiture arrière. Les régulateurs automatiques de la pression de l'air comprimé des freins sont indépendants l'un de l'autre. Ce dispositif a été imaginé par M. Colonna, ingénieur de la ligne. F. L.

Digitized by Google

**Les installations électriques en Chine.** — Suivant l'*Electrotechnische Anzeiger*, les statistiques des trois dernières années révèlent une augmentation appréciable dans le commerce d'importation, en Chine, d'articles électriques et d'outillage auxiliaire. Cette importation a eu, en effet, une valeur d'environ 2 millions de francs en 1904, près de 3 millions en 1905 et plus de 5 millions en 1906. Le marché chinois va certainement manifester, pour les années à venir, une faculté d'absorption encore plus grande en matière d'articles électriques.

**Les accidents du travail et les médecins marrons** — Dans un récent numéro, nous avons signalé les exploits de quelques médecins marrons qui se sont fait une spécialité d'exploiter les accidents du travail au moyen de certificats de complaisance. Sur la plainte du Syndicat général de garantie du bâtiment et des travaux publics, présidé par M. Villemin, M. le juge Barat a été chargé d'ouvrir une instruction.

Six commissaires de police, agissant en vertu d'une commission rogatoire du magistrat, se sont présentés chez divers médecins qui avaient établi des certificats et ont pratiqué des perquisitions au cours desquelles la comptabilité et la correspondance ont été saisies.

D'autres perquisitions ont été faites dans des établissements de bains et chez des pharmaciens qui avaient exécuté des ordonnances; enfin, chez plusieurs individus qui servaient de « rabatteurs ». Ces faits montrent que les procédés que nous avons signalés ne sont malheureusement que trop vrais.

## CORRESPONDANCE

### Terminologie électrique.

Monsieur le Rédacteur en chef,

Je désirerais appeler l'attention de vos lecteurs sur un point particulier de la terminologie électrique où le langage courant est tout à la fois incorrect et inexact : il s'agit des combinaisons polyphasées.

Dans les publications qui traitent ces questions, on rencontre à tout instant la qualification de *monophasé* appliquée au courant alternatif simple, et celle de *diphasé* à une combinaison qui ne l'est pas. Or, le terme même de monophasé est une antinomie; ses deux moitiés sont la négation l'une de l'autre. Pour qu'il y ait « phase », il faut qu'il y ait au moins deux quantités. S'il n'y en a qu'une, comment peut-il y avoir une phase?

Ceci n'est que de la linguistique et serait en somme peu important s'il n'y avait pis. Cette désignation incorrecte est en outre parfaitement inexacte, car *le courant alternatif simple est*, proprement et rigoureusement, *du courant diphasé*. Toutes les combinaisons de bobinages et de circuits auxquelles il donne lieu sont exactement le premier terme de toutes les combinaisons polyphasées; elles ne se différencient en rien de celles des termes supérieurs, triphasé, tétraphasé, etc.

On peut le justifier, je crois, très simplement, ainsi qu'il suit :

Dans un générateur de forces électromotrices alternatives, la première quantité à considérer est le potentiel absolu développé à chacune de ses bornes d'attache, d'où se déduisent les différences de potentiel entre chacune de ces bornes et tel ou tel autre point, et en particulier les forces électromotrices dites composées. Mais, comme la notion de différence de potentiel est plus familière, on peut aussi correctement parler des différences de potentiel entre ces bornes et le point neutre de l'enroulement; celles-ci se confondent avec les tensions étoilées. C'est cette considération des *tensions étoilées* et de leurs écarts angulaires respectifs qui détermine l'ordre de la combinaison polyphasée. Le premier terme sera le diphasé, puis viendront le triphasé, le tétraphasé, etc. Soit donc AB un enroulement simple, O son point neutre. Les forces électromotrices développées ayant le sens de la flèche, les tensions AO et OB sont les tensions étoilées. Dans la partie AO, elle est dirigée vers le point neutre; son signe sera — par exemple; dans la partie OB elle s'en éloigne; son signe sera +. Les deux forces électromotrices sont donc à une différence de phase de $\pi$. Elles partagent également la période et la combinaison est *diphasée*. Cela devient de toute évidence si l'on imagine cette source reliée à une canalisation à trois fils. La distribution est alors faite sous forces électromotrices diphasées avec fil neutre. Le groupement interne des circuits dans le générateur figuré en I est en étoile. Mais les problèmes relatifs à cette distribution ne peuvent être traités correctement qu'à la condition d'appliquer comme il vient d'être dit la règle des signes; de même pour toutes les autres combinaisons polyphasées.

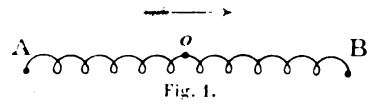


Fig. 1.

Le générateur considéré est susceptible du bobinage en polygone; c'est le cas d'un induit bobiné en anneau ou tambour, mais réuni en deux points diamétralement opposés à deux bagues de prise de courant (fig. 2). Dans la combinaison diphasée, on peut évidemment supprimer le fil neutre (comme dans toutes les autres) dans le cas de charges équilibrées sur les diverses phases; mais cela ne change pas le caractère de la combinaison. Il arrive même que l'on ait besoin du point neutre alors que le bobinage en polygone a été adopté pour des raisons spéciales. On doit alors le créer artificiellement (bobine Dobrowolski appliquée aux distributions à 3 fils sur générateur unique).

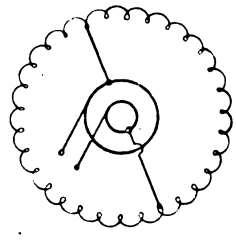


Fig. 2.

Les désignations usuelles relatives au triphasé sont exactes. Quant à ce qu'on appelle communément du diphasé (parfois même « biphasé » par une autre incorrection étymologique), c'est bien évidemment du tétraphasé, les forces électromotrices successives, distantes de $\frac{\pi}{2}$, divisant la période en quatre parties égales. Et cela reste vrai, que les points neutres soient réunis entre eux ou à une borne commune.

Ainsi, toute combinaison polyphasée permet de distribuer à $n$ fils en cas de charges équilibrées, et à $n+1$ fils sur charges non équilibrées. Le courant alternatif simple distribué à deux fils est du diphasé à charges équilibrées, à trois fils du diphasé sur charges non équilibrées.

Sans doute, lorsque dans la pratique on parle de mono- ou de diphasé on se comprend, et l'erreur n'est pas à craindre; mais il serait à désirer que, pour le moins, dans l'enseignement oral ou dans les ouvrages didactiques, on évitât avec soin l'emploi d'expressions qu'on peut qualifier de rigoureusement inexactes.

Ce qui me décide à appeler l'attention sur cette erreur, c'est qu'elle se trouve reproduite dans un ouvrage aussi sévèrement composé que le *Formulaire de l'Électricien*, où l'on trouve une définition incorrecte des courants diphasés. J'avais autrefois signalé ce point au regretté Hospitalier, alors qu'il préparait la belle édition qui vient de raviver son souvenir dans la mémoire de tous les électriciens. Il en avait admis la justesse; mais la mort prématurée ne lui a pas permis d'ap-

Digitized by Google

porter à son manuscrit les modifications correspondantes. Je ne crois donc pouvoir mieux faire que de demander au journal qu'il a fondé de donner la publicité nécessaire à cette question, afin qu'elle soit discutée s'il y a lieu et tranchée en fin de compte par une définition correcte des combinaisons polyphasées.

Veuillez agréer, etc. R.-V. Picou.

## A propos de câbles.

Nous recevons la lettre suivante qui intéressera nos lecteurs, ce qui nous engage à l'insérer *in extenso* :

Monsieur le Secrétaire de la Rédaction,

A l'époque actuelle, où les besoins sans cesse grandissants de l'industrie électrique provoquent une consommation énorme de câbles de toutes sections et de toutes compositions, il me semble curieux de relever une erreur grossière répandue, malheureusement, d'une façon trop générale.

Ouvrez, en effet, n'importe quel formulaire ou aide-mémoire, voire même n'importe quel catalogue de fabricant de câbles électriques, à la page qui donne les renseignements relatifs au nombre de fils du toron constituant le câble, au diamètre de chacun de ces fils, à la section et au poids correspondant en kilogrammes par kilomètre ; faites le quotient du poids kilométrique en kg par la section en mm², vous trouverez pour la densité du cuivre une valeur variable, allant de 8,9 pour les câbles constitués par un seul fil, jusqu'à 9,9 pour les câbles constitués par 127 fils, en passant par des valeurs intermédiaires inégalement échelonnées.

Ce résultat bizarre vous étonne d'abord, car le même formulaire ou aide-mémoire vous indique, à une autre page, que la densité du cuivre laminé est d'environ 8,9. Puis, en réfléchissant un peu, vous vous dites que cette densité apparente variable provient de ce que la section indiquée pour le toron de câble est la somme des sections droites de chaque fil, alors que la section droite réelle du câble est sensiblement augmentée du fait que les fils des différentes couches sont inclinés par rapport au plan sécant normal à l'axe du toron. La conscience satisfaite par ce raisonnement, vous n'insistez pas, vous acceptez les yeux fermés les renseignements donnés par la table en question, et vous faites probablement comme beaucoup d'autres, puisque cette table existe toujours, reproduite à des milliers d'exemplaires et *qu'elle est fausse*.

En effet, examinons la question un peu moins superficiellement, et voyons quelle est l'influence du câblage sur la section droite d'un toron de fils ayant tous le même diamètre, et par suite comment varie la densité apparente du métal.

Examinons le cas du câblage type :

Autour d'un premier fil pris comme âme, on enroule en spirale 6 autres fils; par-dessus cette première couche de 6 fils, on met une deuxième couche de 12 fils, puis une troisième de 18 fils, une quatrième de 24 fils, etc., en augmentant de 6 à chaque couche le nombre des fils.

Or, comme le diamètre du toron augmente à chaque couche de deux fois le diamètre des fils, la circonférence suivant laquelle les fils sont disposés augmente de $2\pi D = 6{,}28$ fois le diamètre de chaque fil. Si les fils étaient disposés parallèlement, il y aurait donc des vides entre eux; mais, par suite du câblage, les sections des fils obtenues par un plan normal à l'axe du toron donnent des ellipses (1) dont le grand axe augmente au fur et à mesure que les fils s'inclinent sur ce plan, c'est-à-dire que le pas du câblage diminue.

(1) En réalité, ce sont des ellipses déformées, dont le grand axe est un arc de cercle et non une droite, et qu'on peut comparer grossièrement à un haricot.

Si on part d'un pas infini en le diminuant progressivement, il arrivera un moment où tous les fils seront jointifs; puis, si l'on diminue encore ce pas de câblage, les fils chevaucheront les uns sur les autres.

Il n'y a donc qu'une seule valeur du pas qui permette d'obtenir le jointivité des fils et l'adhérence à la couche précédente. Cette valeur du pas est telle que la tangente à l'hélice décrite par l'axe de chaque fil fait avec le plan normal à l'axe du toron un angle $\alpha$ tel que :

$$\sin \alpha = \frac{6}{2\pi} = 0{,}955,$$

d'où

$$\alpha = 72° 10'.$$

*Cet angle est constant, quels que soient le nombre de fils de la couche et le diamètre de chacun d'eux.*

Donc la surface de l'ellipse obtenue pour chaque fil en faisant la *section droite du toron* est égale à la surface du cercle de section droite du fil divisée par sin $\alpha$.

Comme sin $\alpha$ est constant, pour tous les torons câblés régulièrement, il s'en suit que le facteur par lequel il faut multiplier la section apparente (somme des sections de chaque fil), pour avoir la section droite réelle d'un câble est

$$K = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{0{,}955} = 1{,}045.$$

La *densité apparente* d'un câble en fils de cuivre est donc

$$\delta = 8{,}9 \times 1{,}045 = 9{,}32.$$

Cette valeur *est constante*.

Alors que faut-il penser des tables qui indiquent pour cette densité apparente une valeur variable et atteignant 9,9 et même 10?

Depuis combien d'années, sur la foi de pareils errements consacrés par la routine, les industriels, de très bonne foi d'ailleurs, facturent-ils à leurs clients 1110 kg de cuivre quand ils ne leur en livrent réellement que 1046 au maximum?

Je dis au maximum, car, en pratique, les fils ne sont pas exactement jointifs et le pas est un peu plus long que ne l'indique la théorie.

De plus, l'influence du fil central se fait d'autant plus sentir que le toron est composé de moins de fils.

Aussi peut-on compter pratiquement que la section réelle d'un câble est d'environ 4 pour 100 plus elevée que la section totalisée des fils (celle indiquée sur les formulaires, aide-mémoire et catalogues).

Il est donc bien simple de calculer le poids d'un câble quelconque, et tout aussi facile d'établir une table conforme à la réalité.

En faisant le même raisonnement on trouve que, pour un câble composé de torons de torons, la section droite est égale à la section totalisée de tous les fils augmentée de 9 pour 100 environ.

N'est-il pas temps de corriger une bonne fois l'erreur que je viens de vous signaler?

Ne serait-il pas utile également de fixer définitivement ce que l'on entend par section d'un câble? Est-ce la somme des sections droites de tous les fils (celle indiquée sur les tables incriminées), ou bien la section droite du toron (section réelle et seule intéressante pour l'ingénieur qui fait un calcul de canalisation électrique)?

Espérant que cela vous sera facile en publiant une note rectificative dans *L'Industrie électrique*, recevez, etc.

R. Sandström.

La discussion est ouverte; nous insérerons avec plaisir les réponses des industriels intéressés.

Digitized by Google

## DÉTERMINATION DE L'IRRÉGULARITÉ D'ALLURE D'UN MOTEUR A PISTON

L'irrégularité de la vitesse instantanée d'un moteur, dont la vitesse moyenne est régulière, peut être indiquée soit en donnant la valeur du coefficient d'irrégularité, soit celle de l'angle de décalage maximum.

Dans une étude de la question à la Société internationale des électriciens(1), le coefficient d'irrégularité a a été défini comme étant le rapport de la différence entre la vitesse maximum et la vitesse minimum, au double de la vitesse moyenne, on a donc :

$$C = \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{2\,\omega_{moy}}.$$

L'angle de décalage maximum est la somme des plus grands angles d'avance et de retard que fait un rayon du volant de la machine avec un rayon d'un volant idéal, tournant à vitesse uniforme; c'est en somme le plus grand angle que peuvent faire entre eux deux rayons, l'un réel, l'autre fictif animé d'une vitesse uniforme, coïncidant au moins une fois par tour.

Les valeurs que ne doivent pas dépasser le coefficient d'irrégularité et l'angle de décalage, sont excessivement faibles, on exige souvent des coefficients d'irrégularité de beaucoup inférieurs à $\frac{1}{250}$; la valeur maximum de l'angle de décalage est déterminée de manière que le déphasage des courants alternatifs dans le cas de couplage en parallèle d'alternateurs ne dépasse pas une certaine valeur (ordinairement inférieure à un quart de période).

Le coefficient d'irrégularité et l'angle de décalage d'un moteur ne dépendent pas directement l'un de l'autre; le coefficient peut, par exemple, être petit, et cependant, si les variations sont de durées relativement longues, l'angle de décalage peut avoir une valeur élevée.

Quand on a la courbe de la vitesse instantanée, en fonction du temps pendant un tour (fig. 5), il est facile d'en déduire en l'intégrant par rapport à la vitesse moyenne $\omega_0$, la courbe donnant en fonction du temps, le décalage en avance ou en retard par rapport à un rayon idéal, de sorte que l'on peut en déduire la somme des plus grands maximum et minimum $e$ (fig. 6) qui représente l'angle de décalage maximum.

On voit que les maxima et les minima de la courbe des décalages correspondent aux points où la courbe de la vitesse coupe la ligne de la vitesse moyenne.

On peut, ayant la courbe des décalages, en déduire celle des vitesses par différenciation. Si l'on ne cherche que le coefficient d'irrégularité il est facile à trouver. Car le coefficient angulaire de la tangente à la courbe la plus inclinée dans le sens positif est proportionnel à la différence entre la vitesse maximum et la vitesse moyenne, et le coefficient angulaire de la tangente la plus inclinée dans le sens négatif est proportionnel à la différence entre la vitesse moyenne et la vitesse minimum.

Un grand nombre de méthodes ont été indiquées pour déterminer l'irrégularité d'allure par tour; ces méthodes peuvent être classées de la manière suivante :

1° Celles permettant la mesure des vitesses maximum et minimum, de sorte que l'on peut en déduire la valeur du coefficient d'irrégularité.

2° Celles dans lesquelles on mesure la vitesse instantanée en divers points, de manière à pouvoir tracer par points la courbe des vitesses.

3° Celles dans lesquelles un style animé d'un mouvement connu trace une courbe sur une surface solidaire de l'arbre. En traçant ensuite par points la courbe correspondant au cas où la vitesse de l'arbre serait rigoureusement uniforme, on peut déduire de la comparaison des deux courbes les valeurs du décalage.

4° Celles dans lesquelles un style trace directement la courbe des décalages.

5° Celles permettant de constater qu'il y a un décalage mais non de le mesurer.

A la première catégorie n'appartient qu'une méthode, dans laquelle on utilise un gyromètre Braun, dont la capacité du réservoir et la nature du liquide sont choisis de manière à donner des indications rapides, ce qui permet de mesurer les vitesses maximum et minimum; la vitesse moyenne étant déterminée au moyen d'un tachymètre quelconque, au besoin un gyromètre plus amorti.

La maison Gradenwitz de Berlin, qui construit les gyromètres Braun, indique que l'on peut arriver ainsi à mesurer des coefficients d'irrégularité de $\frac{1}{150}$.

La deuxième catégorie de méthodes (mesure des vitesses) comprend :

1° Celles exécutées au moyen de ressorts de fréquencemètre. Dans ces méthodes on dispose plusieurs tubes qui sont traversés par des rayons lumineux, mais dont l'extrémité est obturée par la tête recourbée d'un ressort de fréquencemètre; un papier photographique se déplace avec un mouvement uniforme devant les ouvertures des tubes. L'arbre de la machine à essayer porte un disque avec un grand nombre de saillies, entraînant la vibration du peigne du fréquencemètre; quand un des ressorts de ce dernier vibre, le tube correspondant laisse passer un rayon lumineux qui impressionne le papier photographique.

On voit donc que cette méthode est longue et délicate et qu'elle ne permet pas des mesures bien précises.

2° Celle de M. Klonne, qui dispose à la périphérie d'une poulie bien centrée sur l'arbre, une bande d'acier percée à la machine de trous régulièrement espacés; ces trous sont remplis d'une substance isolante, de sorte qu'un frotteur appuyant sur la bande peut provoquer l'éclatement d'une étincelle chaque fois qu'il frotte sur un trou.

(1) *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 1901.



Digitized by Google

On a ainsi un certain nombre de points équidistants à l'exception de 2, le premier et le dernier dont la distance est très différente de celle des autres, ce qui permet de repérer l'ensemble. Les étincelles percent le papier d'un chronographe, de sorte qu'à chaque instant on peut déterminer la vitesse, connaissant le temps employé pour une longueur (ou un angle donné).

3° Celle de M. Franke (1), dans laquelle on mesure la valeur instantanée de la force électromotrice d'une dynamo à courant continu, à excitation bien constante, en employant un contact tournant.

La méthode est soumise à deux causes d'erreur, que l'on peut du reste éliminer; la première est due à la construction de la dynamo elle-même, et on trace pour s'en rendre compte la courbe en employant un arbre de commande animé d'une vitesse uniforme. La deuxième provient de l'irrégularité de la vitesse moyenne, que l'on peut déterminer à l'aide d'un tachymètre (un voltmètre branché aux barres de la dynamo peut en servir).

Cette méthode est longue et délicate, M. Franke a mis une semaine entière pour le tracé de deux courbes, et obtenir les coefficients d'irrégularité de $\frac{1}{150}$.

La troisième catégorie de méthodes comporte :

1° Celle du diapason (2), dans laquelle un diapason vibrant à une fréquence donnée inscrit des sortes de sinusoïdes sur un papier fixé, soit en bout d'arbre (de sorte que le tracé moyen des sinusoïdes est un cercle), soit placé à la surface d'une poulie (la ligne moyenne est alors une droite).

En traçant ensuite sur le papier les points équidistants, on peut déterminer les décalages; le coefficient d'irrégularité est égal à la différence entre la corde, la plus grande et la plus petite des sinusoïdes divisée par la longueur moyenne des cordes.

On ne peut guère par ce procédé déterminer des coefficients d'irrégularité inférieurs à $\frac{1}{50}$.

2° Le tachymètre du commandant Audebrand, dans lequel un style fixé à un poids trace une courbe (fig. 1) sur un disque placé en bout d'arbre, peut également servir. Il suffit de tracer ensuite par points la courbe correspondant au mouvement uniforme, pour avoir les décalages, mais le tracé de cette courbe est un peu compliqué.

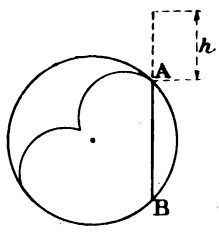


Fig. 1.

3° Il serait plus simple d'utiliser un style animé d'un mouvement uniforme, et de lui faire tracer la courbe, soit sur un disque en bout d'arbre, comme dans le tachymètre Audebrand, soit plutôt sur une feuille de papier fixée à la périphérie d'une poulie; le style animé d'une vitesse uniforme se déplaçant parallèlement à l'axe de l'arbre, de sorte que la courbe inscrite sur le papier est une hélice.

En fixant le style à un écrou ne pouvant tourner, actionné par une vis sans fin, le mouvement uniforme de cette vis étant commandé par un dispositif cinamométrique Richard, on pourrait arriver à régler la vitesse du style, de manière qu'il parcoure la largeur de la poulie en un temps légèrement plus grand que la durée d'un tour. On aurait ainsi, après avoir enlevé le papier de la poulie, un tracé analogue à celui de la figure 2, le tracé $ab$, $b'a'$ correspondant à ce tour; en portant $b'a'$ dans le prolongement de $ab$, on aurait le tracé complet correspondant à un tour, et la ligne droite $aa'$ représenterait le tracé pour une vitesse uniforme. Les distances entre cette ligne droite et la courbe, comptées parallèlement aux côtés de la poulie, seraient proportionnelles aux angles de décalage. Avec une poulie de 0,50 m de diamètre, un décalage de 1 degré correspondrait à une longueur de 8,7 mm.

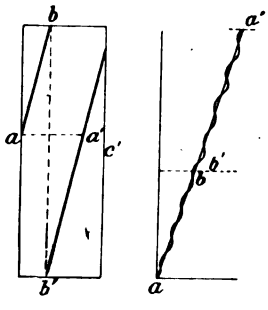


Fig. 2.

Dans la quatrième catégorie de méthodes, on doit avoir un disque lourd animé d'un mouvement uniforme. On peut obtenir ce mouvement, en montant le disque fou sur l'arbre du moteur et en le débrayant à un moment donné; pendant les premiers instants, ce disque tourne à une vitesse uniforme. Le point délicat est la suspension du disque, que l'on munit de paliers à rouleaux ou que l'on suspend entre pointes. Le disque à vitesse régulière peut également être actionné par un mouvement d'horlogerie.

1° Dans la méthode de M. Franke, une corde passe sur une poulie fixée sur l'arbre du moteur et sur une poulie de même diamètre animée d'un mouvement uniforme. Quatre poulies fixes (analogues à celles du dynamomètre Hefner-Alteneck) renvoient cette corde sur deux poulies folles reliées par une tige et pouvant se déplacer à droite et à gauche. Quand une des poulies motrices tourne plus rapidement que l'autre, l'ensemble des deux poulies folles se déplace latéralement et on peut enregistrer ces déplacements. Dans cette méthode l'élasticité de la corde intervient et les mesures n'ont pas une précision suffisante.

2° Dans le dispositif Göpel et Franke, le volant fou sur l'arbre a la forme d'un cylindre; d'autre part sur l'arbre est calé un autre cylindre portant une fente rectiligne le long de laquelle peut se déplacer un style qui trace sur le volant fou la courbe des décalages en avance ou en retard.

Le cylindre fou sur l'arbre ne peut avoir un très grand diamètre, de sorte que les ordonnées de la courbe de décalage étant forcément petites, sont par suite difficiles à relever.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, du 24 octobre 1901.
(2) *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1901.

(1) *E. T. Z.*, du 24 octobre 1901.

Digitized by Google

3° La Société Schæffer et Budenberg emploie un dispositif basé sur l'emploi du différentiel. Le disque volant monté fou sur l'arbre ainsi que le volant fixé sur celui-ci ont la forme d'engrenages coniques, entre lesquels est disposé un engrenage satellite. Quand l'un des volants se déplace par rapport à l'autre, l'arbre du satellite tourne et ses déplacements sont enregistrés.

4° Dans le cinémomètre différentiel Richard, basé aussi sur le principe du différentiel, l'engrenage conique à vitesse uniforme est actionné par un mouvement d'horlogerie. Afin de pouvoir faire varier la vitesse de rotation de cet engrenage, de manière à la faire coïncider avec la vitesse moyenne du moteur, un galet de friction peut être déplacé entre deux plateaux animés d'une vitesse uniforme en sens inverse.

Parmi les méthodes de la cinquième catégorie, qui permettent seulement de constater qu'il y a décalage mais non de le mesurer, on peut citer :

1° Celle de M. Mix, dans laquelle le volant fixé sur l'arbre et le volant monté fou sur celui-ci ont le même diamètre et sont munis à leur périphérie de dentures identiques.

Dans le cas où la vitesse de l'arbre est uniforme, on sait que, si on regarde la denture de l'un des volants à travers celle de l'autre, on aperçoit le profil des dents immobiles, si le mouvement n'est pas absolument uniforme, ce profil semble se déplacer soit à droite soit à gauche.

2° Celle de M. Berkitz, dans laquelle le disque monté fou sur l'arbre porte à sa périphérie un plan incliné, sur lequel se déplace une roulette, solidaire d'une tige entraînée par l'arbre. Un ressort fait appuyer la roulette sur le plan incliné, de sorte que, quand il y a décalage, la tige se déplace radialement dans un sens ou dans l'autre. La tige est reliée par un bras de levier à un petit miroir réfléchissant un rayon lumineux. Quand il n'y a pas de décalage, l'image du point lumineux décrit un cercle; quand il y a décalage, la figure décrite en diffère.

L'emploi de l'une de ces méthodes ne permet donc de déterminer la valeur du coefficient d'irrégularité ou de l'angle de décalage que quand celle-ci est de beaucoup supérieure à celle admissible en général; de sorte que l'on pourrait conclure, en employant ces méthodes, à l'adoption d'un moteur ayant une allure par trop irrégulière. Le seul moyen de vérification suffisamment précis est la détermination par le calcul.

On procède alors d'une manière tout à fait analogue à celle employée dans le cas du calcul du moment d'inertie d'un volant.

On trace par points la courbe MM (fig. 3) donnant, pour un tour, la valeur de l'effort tangentiel moteur sur le manneton de la manivelle, en fonction du chemin parcouru (cercle) par celle-ci; pour ce tracé on utilise les diagrammes de la vapeur à la charge voulue et on tient compte de l'inertie des pièces en mouvement. La surface de cette courbe comprise entre l'axe des ordonnées, l'axe des abcisses et l'ordonnée finale (correspondant à un tour complet) est proportionnelle au travail moteur par tour.

On trace à la même échelle la courbe RR (fig. 3) (ordinairement une droite) représentant l'effort tangentiel résistant. Si l'on a soin d'ajouter à chaque moment l'effort de frottement à l'effort résistant, les deux courbes ont même surface et comprennent entre elles des plages tantôt positives, tantôt négatives dont les ordonnées représentent à chaque instant l'effort agissant moteur ou résistant; les surfaces de ces plages représentent dans chaque intervalle l'excès du travail moteur sur le travail résistant ou vice versa; si on numérote ces plages $s_1$, $s_2$, $s_3$, la

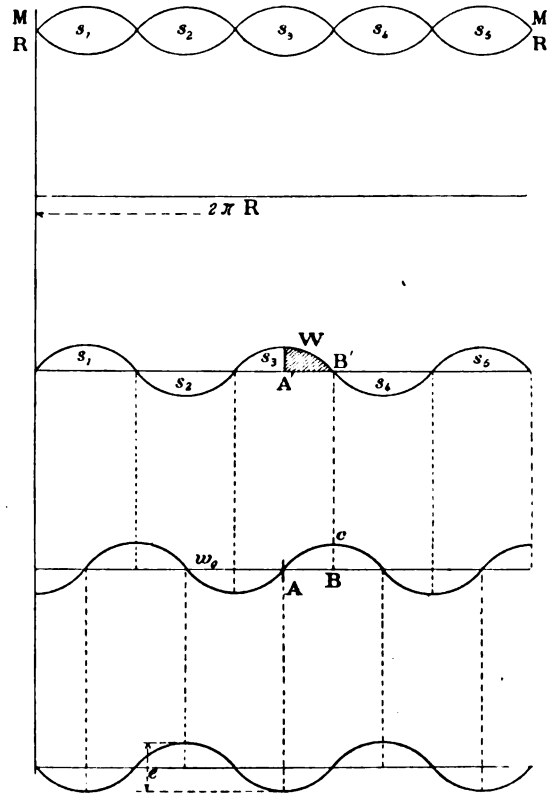



Fig. 3, 4, 5 et 6.

somme des surfaces des plages impaires (excès du travail moteur) est égale à celle des surfaces des plages paires (excès du travail résistant).

On peut construire une courbe donnant en fonction du cercle décrit par le bouton de la manivelle, à chaque instant l'effort agissant, positif quand il est moteur, négatif quand il est résistant. On obtient du reste directement cette courbe (fig. 4), quand l'effort résistant est constant.

Les surfaces des portions de courbe situées au-dessus de l'axe des abcisses représentent le travail agissant pendant les portions de tour où il est moteur; et celles des portions de courbes situées au-dessous de l'axe des $x$, le travail agissant quand la résistance est prépondérante.

Comme la vitesse instantanée est à peu près constante, la courbe donnant l'effort en fonction du temps est très peu différente de la courbe obtenue, de sorte que l'on peut admettre que cette dernière représente exactement la variation de l'effort agissant en fonction du temps. L'abcisse correspondant à l'extrémité de la courbe repré-

Digitized by Google

sentant la durée d'un tour de l'arbre $\left(\frac{60}{n}\right.$, $n$ étant la vitesse angulaire du moteur en t:m).

Cette courbe représente donc, *mais à une échelle inconnue*, la valeur instantanée de l'accélération (positive ou négative) en fonction du temps pendant un tour.

En intégrant cette courbe, on en obtient une nouvelle (fig. 5), celle de la vitesse en fonction du temps, mais toujours *à une échelle inconnue*; cette courbe indiquant les variations relatives de la vitesse, mais non les variations absolues.

Les maxima et minima de la courbe des vitesses correspondent (c'est-à-dire ont les mêmes abcisses) aux points où la courbe des accélérations coupe l'axe des abcisses.

On peut alors facilement tracer sur la courbe des vitesses, la droite représentant la vitesse moyenne $\omega_0$.

En intégrant la courbe de la vitesse par rapport à la vitesse moyenne, on obtient la courbe (fig. 6) des décalages en avance et en retard, par rapport à un rayon animé d'une vitesse uniforme courbe dont l'échelle est également inconnue.

Si l'on avait les échelles des courbes, on pourrait déterminer les vitesses maximum et minimum et en déduire le coefficient d'irrégularité, et sur la courbe des décalages obtenir le décalage maximum représenté par la différence (fig. 6) entre les ordonnées des maxima et des minima.

L'application du théorème des forces vives permet de déterminer, connaissant le moment d'inertie du volant (ou plutôt théoriquement de l'ensemble monté sur l'arbre), l'échelle de la courbe des vitesses et par conséquent d'en déduire celle de la courbe des décalages.

Si $M_i$ est le moment d'inertie du volant, $\omega_1$ la vitesse angulaire à un moment donné, $\omega_2$ la vitesse angulaire à un autre instant, $W$ le travail des forces agissantes pendant l'intervalle de temps correspondant aux deux vitesses, on a la relation :

$$\frac{M_i}{2}(\omega_2^2 - \omega_1^2) = W.$$

$W$ est représenté par la somme algébrique des surfaces de la courbe (fig. 4) comprises entre les abcisses correspondant aux vitesses $\omega_1$ et $\omega_2$; si le travail des efforts agissants moteurs l'emporte dans l'intervalle sur le travail des efforts agissants résistants, $\omega_2$ est plus grand que $\omega_1$; en tout cas la valeur de $W$ est facile à déterminer au moyen de la courbe de la figure 4.

Pour arriver à déterminer facilement les échelles, il suffit de prendre $\omega_1 = \omega_0$, c'est-à-dire la vitesse correspondant à un point où la droite représentant la vitesse moyenne coupe la courbe, le point A (fig. 5) par exemple, et pour $\omega_2$ une des vitesses maxima d'abcisse B par exemple, de sorte que l'on a :

$$\omega_1 = \omega_0 \quad \omega_2 = \omega_0 + BC,$$

en faisant :

$$BC = j\omega_0,$$

on a :

$$\omega_2 = \omega_0(1 + j).$$

La valeur de $W$ est représentée par la surface comprise sur la courbe de la figure 4, entre les abcisses A' et B', elle est donc facile à mesurer et l'on a :

$$\frac{M_i}{2} \cdot [(1+j)^2 - 1]\omega_0^2 = W,$$

d'où l'on tire :

$$j = -1 + \sqrt{1 - \frac{2W}{M_i\omega_0^2}}.$$

Ayant $j$, on détermine l'échelle à laquelle il faut mesurer $BC$, représentant $j\omega_0$, de sorte que la courbe des vitesses est étalonnée et on peut en déduire l'échelle de la courbe des décalages, et le coefficient d'irrégularité et l'angle maximum de décalage sont faciles à déterminer.

La même méthode peut servir à calculer le moment d'inertie d'un volant, pour obtenir un coefficient d'irrégularité ou un décalage maximum donné. F. Loppé.

---

LA FABRICATION INDUSTRIELLE

DU

## CYANAMIDE DE CALCIUM

Les méthodes de fixation électrique de l'azote atmosphérique, en vue de la fabrication des nitrates, peuvent être classées en deux catégories.

Dans la première, l'arc électrique est employé pour produire du peroxyde d'azote, par la combustion de l'azote de l'air; ce peroxyde, après avoir été refroidi et transformé en bioxyde, est absorbé par un lait de chaux; il donne de la sorte du nitrite ou du nitrate de calcium.

A cette catégorie se rattachent les procédés bien connus de Mme Lefebvre, de Prim, de Mac Dougal, de Bradley et Lovejoy, de Kowalski et Moscicki et de Birkeland et Eyde.

Le système Birkeland-Eyde paraît le plus avancé de ces procédés; il est exploité sur une grande échelle à Notodden en Norwège, où on utilise à cette fabrication une puissance d'environ 1600 poncelets.

La seconde méthode repose sur l'absorption de l'azote par les carbures à haute température.

Le procédé le plus important de cette catégorie est celui de Frank et Caro, où l'on opère avec du carbure de calcium et qui donne du cyanamide de calcium, le *Kalkstickstoff* des chimistes allemands.

Le cyanamide de calcium est un composé du groupe des cyanures; il serait cyanure proprement dit $[Ca(CAz)^2]$ si ce n'était le dégagement de l'atome de carbone qui reste à l'état de graphite; ce graphite rentre d'ailleurs en com-

Digitized by Google

binaison quand on fond le cyanamide avec du carbonate de sodium.

La fabrication électrique du cyanamide a été indiquée par Frank et Caro dès 1895; ce n'est toutefois qu'en ces dernières années que les procédés de ces inventeurs sont entrés dans la voie pratique.

D'après M. J.-B.-C. Kershaw, tel qu'il est appliqué aux usines de Piano d'Orta, en Italie, le procédé Franck Caro consiste à faire passer de l'azote dans des cornues fermées contenant du carbure de calcium pulvérisé et chauffées à une température d'environ 1100° C.

La réaction entre le carbure et l'azote est exothermique. Elle libère du carbone sous forme de graphite, lequel reste dans la masse qui est ainsi de coloration foncée.

Elle est représentée par la formule :

$$Ca\,C^2 + 2\,Az = Ca\,CAz^2 + C$$

Le carbure de calcium nécessaire pour l'opération est produit de la façon habituelle dans des fours à résistance, c'est-à-dire en chauffant à 2500° de la chaux et du coke.

A Piano d'Orta, on ne le fabrique pas toutefois à l'usine même; on l'achète à des fabriques voisines.

On ne possède encore que peu de détails concernant le mode de travail et l'usine.

En principe, les appareils sont constitués ainsi qu'il est indiqué ci-après; mais il est probable que les cornues sont perfectionnées, et que l'installation comporte des appareils de chargement et de déchargement mécaniques appropriés.

Le four se compose d'une cornue cylindrique de fer, pourvue d'un couvercle à chaque extrémité, et placée horizontalement dans un massif de maçonnerie; le chauffage se fait à l'aide d'un foyer ordinaire ou électriquement.

Dans la cornue, on fait passer, sous pression, de l'azote, dont l'absorption commence aussitôt avec une forte augmentation de température. Quand l'azote cesse de se combiner, on vide la cornue et on laisse refroidir le contenu dans une atmosphère inerte.

En somme, comme le fait remarquer M. Kershaw, il y a beaucoup d'analogie entre cette fabrication et celle du gaz d'éclairage (avec cette différence toutefois, que, dans celle-ci, il y a production du gaz et dans celle-là, absorption) et les accessoires de l'une conviendront pour l'autre, ce qui n'est pas sans constituer un grand avantage, dont il faudra, d'ailleurs, vraisemblablement, tirer parti au plus tôt si l'on veut rendre le procédé industriel.

L'azote nécessaire est pris dans l'air en faisant passer celui-ci sur du cuivre chauffé au rouge dans des cornues cylindriques, suivant les méthodes ordinaires, ou bien préparé par le procédé Claude (distillation fractionnée de l'air liquide), qui a été reconnu le préférable à Piano d'Orta, parce que, comprimé et enfermé dans des cylindres d'acier, le gaz oxygène qu'il donne comme sous-produit peut être vendu avec bénéfice, dans cette méthode. L'air desséché est comprimé et, en même temps, refroidi à — 194° C; il se liquéfie. Il est ensuite soumis à des distillations successives au moyen d'appareils tels que ceux que l'on emploie couramment dans la distillation de l'alcool et est décomposé en ses éléments constitutifs.

Finement broyée, la matière provenant des fours se présente sous la forme de poudre noire et dense; elle contient 55-57 pour 100 de cyanamide et 19 à 21 pour 100 d'azote; sa teneur en azote est donc approximativement celle du sulfate d'ammonium.

Il s'y trouve toujours, inévitablement, du carbure de calcium non modifié et qui entrant en combinaison avec l'humidité de l'air, donne lieu à un dégagement d'acétylène accompagné de l'odeur caractéristique de ce gaz. De la chaux y existe également, laquelle absorbe l'acide carbonique de l'air.

L'usine de Piano d'Orta est en service depuis 1905.

D'après des renseignements personnellement recueillis par M. J.-B.-C. Kershaw, son équipement actuel se composerait de six fours contenant chacun cinq cornues, et de grandes extensions seraient en projet.

Chacune des cornues est à même de transformer journellement (par 24 heures) trois charges de 100 kg de carbure de calcium, la production correspondante étant de 125 kg par charge.

L'usine de Piano d'Orta consommerait donc 3000 tonnes de carbure par an, et la quantité de produit fabriqué serait de 3750 tonnes.

Elle est dirigée par la *Societa Italiana per la fabricazione di Prodetti Azotati*, et se trouve sous la dépendance de la Société générale pour le cyanamide, à Rome, qui exploite les procédés Frank-Caro, et qui a formé des filiales dans la plupart des pays européens et en Amérique.

Des usines sont, paraît-il, en construction à Fiume et à Sebenico, sur l'Adriatique; en France, à Notre-Dame-de-Briançon (Société française des produits azotés); en Suisse, à Martigny; en Norwège, à Odde, sur le Fjord Haardang (North-Western Cyanamide C°, Angleterre et pays scandinaves); à Tustberg, sur l'Aly, dans la Bavière méridionale (Cyanid Gesellschaft); à Bromberg, Posen; et à Muscle Shools, dans l'Alabama septentrional (American Cyanamide C°).

Les usines d'Odde, de Tustberg et de Bromberg seraient projetées pour une capacité de 9000, 11250, 1500 poncelets.

A en juger par ces exemples, la méthode serait donc bien soutenue et aurait acquis, du côté des capitalistes, un appui qui permet de prévoir de grands développements.

On compte que l'usine d'Odde pourra être mise en fonctionnement cette année et que le cyanamide pourra être vendu à un prix inférieur de 12,5 fr par tonne à celui de sulfate d'ammonium pour une même quantité d'azote contenu (soit une réduction de 4 pour 100 environ).

D'après le Dr Erlwein, la tonne d'azote sous forme de cyanamide par le procédé Frank-Caro pourrait être obtenue à raison de 2 kw-an.

A Piano d'Orta, la dépense pour la production de

Digitized by Google

l'azote, en partant de l'air liquide, serait de 3,75 à 6,25 centimes par $m^3$.

Les promoteurs s'efforcent, pour le moment, de faire entreprendre des essais de leurs procédés sur une grande échelle, et ils s'arrangent pour fournir le produit à un prix légèrement moindre que le nitrate et le sulfate.

Depuis cinq ans, différentes expériences ont été faites en Allemagne, en Italie, en Angleterre, en France, en Norwège et aux États-Unis sur l'efficacité du nouvel engrais.

A part quelques échecs, les résultats ont été comparables à ceux obtenus avec le sulfate d'ammonium et le nitrate de soude.

Certaines précautions sont toutefois indispensables pour que l'assimilation de l'engrais par la plante ait lieu dans de bonnes conditions. L'engrais doit être réparti très uniformément et pas trop superficiellement; il faut éviter soigneusement, comme avec les autres engrais d'ailleurs, toute accumulation de la matière; particulièrement dans les sols légers, il est indispensable que le produit soit bien recouvert pour éviter les pertes d'ammoniaque.

La quantité d'engrais à donner par unité de surface, dépend de la nature de la plante cultivée, de la constitution du sol, etc.

Les meilleurs résultats ont été obtenus en employant 250 à 500 g par are.

Il convient encore de ne pas perdre de vue que si on mélange des superphosphates au cyanamide, il se produit, entre l'acide phosphorique libre et la chaux, une réaction fortement exothermique.

Un perfectionnement a été apporté par Frank à son procédé original, dans le but de permettre d'employer, au lieu de carbure de calcium, de la chaux et du coke comme matières brutes, la réaction étant alors

$$CaO + 2C + 2Az = CaCAz^2 + CO.$$

Le four proposé pour ce procédé consiste en une chambre en briques de 6 m de long, 3 m de hauteur et 3 m de largeur, contenant une chambre intérieure à parois percées de trous et complètement remplie de chaux et de coke concassés et mélangés en proportions convenables.

Le mélange est chauffé au moyen d'électrodes de charbon et par le passage du courant dans un noyau de coke finement concassé et placé au centre de la masse. Autour de la chambre, on fait passer de l'azote sous pression.

L'oxyde de carbone résultant de la réaction s'échappe par une conduite dont est munie la chambre intérieure.

Quoique réalisable, cette méthode n'a pas été jugée devoir être adoptée à l'usine italienne, le carbure pouvant y être obtenu à des prix très abordables grâce à la proximité de grandes fabriques.

D'autres modifications préconisées ont pour but de diminuer la température à laquelle se forme la combinaison de l'azote avec la chaux, dans les cornues.

Polzemiesz a proposé d'employer du chlorure de calcium en place de carbure; un mélange de 23 pour 100 de chlorure de calcium avec 77 pour 100 de carbure absorbe l'azote à une température de 700° environ, ce qui réduirait considérablement les prix de la fabrication.

Mais le chlorure de calcium a un grand inconvénient : les parties non altérées qui restent dans le produit, rendent celui-ci très hygroscopique et empêchent absolument de le conserver, à moins qu'enfermé dans des boites hermétiquement closes.

Néanmoins l'artifice en question a été essayé par la Gesellschaft für Stickstoffdünger, à son usine de Westregeln; les fabricats de cette usine sont mis en vente sous le nom d' « azote-chaux », par opposition à la « chaux-azote » des usines italiennes.

L'azote-chaux ne contiendrait que 18,55 pour 100 d'azote et 5,81 pour 100 de chlorure.

D'après Hendrick, l'usine de Westregeln pourrait produire de 5000 tonnes par an; mais M. J.-B.-C. Kershaw pense qu'à la suite d'une décision des tribunaux allemands, cette fabrique, n'étant pas licenciée par les titulaires du procédé Frank-Caro, devra suspendre son travail.

Carlson a aussi indiqué l'usage du fluorure de calcium, additionné au carbure; le fluorure possède, comme le chlorure, la propriété d'abandonner plus facilement son calcium, sans rendre le produit hygroscopique; malheureusement, il coûte assez cher.

L'avenir de cette modification dépendra, en conséquence, du coût relatif, là où seraient établies les usines, du charbon, du fluorure et de l'énergie électrique produite par les forces motrices hydrauliques.

En tel endroit, il y aura avantage à ajouter du fluorure de calcium pour économiser du combustible; dans d'autres, mieux vaudra brûler plus de charbon, ou user plus de courant, que de travailler par le procédé perfectionné.

HENRY.

---

LES

# MOTEURS A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

## UTILISÉS POUR LA TRACTION EN ALLEMAGNE

Au lendemain de l'intéressante conférence donnée, sur ce sujet, par M. Latour, à la Société internationale des Électriciens, il paraît opportun, afin de montrer sous quel aspect on envisage la question en Allemagne, de résumer les communications présentées à Hambourg, à la 15e assemblée annuelle de 1907 de l'Association des Électriciens allemands, concernant les alternomoteurs de traction.

Voici la substance de ces conférences, ainsi que des discussions auxquelles elles ont donné lieu, complétées, pour quelques parties.

*Classification.* — Dans la pratique de la traction, deux

Digitized by Google

systèmes d'alternomoteurs ont jusqu'ici acquis de l'importance : 1° le moteur série compensé, et 2° le moteur à répulsion compensé.

La première catégorie comprend deux genres :

*a*. Le moteur série ordinaire avec enroulement de compensation en série avec l'induit;

*b*. Le moteur série à enroulement de compensation en court-circuit.

A la seconde catégorie se rattachent les genres ci-après désignés :

*c*. Le moteur à répulsion Atkinson inversé, avec rotor alimenté par le réseau et deux enroulements statoriques en court-circuit l'un sur l'autre;

*d*. Le moteur à répulsion Atkinson normal;

*e*. Le moteur à répulsion Latour;

*f*. Le moteur dit à « double alimentation », qui est en réalité un moteur Atkinson ordinaire dont le rotor, au lieu d'être court-circuité sur lui-même, est alimenté, de même que l'est le stator, par une prise spéciale sur le transformateur; on peut le considérer aussi comme un moteur shunt, dont les balais seraient fortement décalés par rapport à la ligne neutre.

Nous nous bornerons, pour le moment, à la description des types principalement expérimentés en Allemagne et plus spécialement discutés par les conférenciers de Hambourg (MM. Gœrges, Sahulka, Eichberg, Osnos, Richter et Heyland); nous ne mentionnerons que pour mémoire les moteurs Westinghouse et Latour, ainsi que le moteur des Felten-Guilleaume Lahmeyerwerke, lequel n'a pas encore, à notre connaissance du moins, été appliqué pratiquement d'une façon un peu étendue.

*Moteur Westinghouse.* — Le moteur employé par la Société Westinghouse est la forme la plus simple de moteur série compensé : le stator porte un enroulement compensateur du genre Déri et un enroulement d'excitation ordinaire qui est généralement formé de plusieurs sections; en outre, sur les jonctions des sections de l'armature avec les lames du collecteur, des résistances sont intercalées.

Le circuit magnétique inducteur est constitué par les anneaux en tôle d'acier présentant des projections formant les pôles sur les bords intérieurs desquels sont ménagées des cannelures où se logent les fils compensateurs; la carcasse qui porte ces anneaux est de forme cylindrique et faite d'une seule pièce, en acier coulé. L'enroulement principal est analogue à celui des moteurs série de tramway à courant continu; il est formé de bobines enroulées sur gabarit et fixées sur les pôles; l'enroulement compensateur est constitué de fils de cuivre isolés allant d'un pôle à l'autre dans les cannelures que nous venons d'indiquer.

L'induit est du type en tambour à cannelures, avec noyau formé de tôles poinçonnées et pourvu de canaux de ventilation; les bobines sont des barres de cuivre cintrées sur forme et placées ensuite dans les creux.

Les résistances insérées dans les jonctions sont en maillechort; elles sont disposées au fond des cannelures de l'induit; leur connexion avec les bobines se fait du côté opposé au collecteur; elles sont soigneusement calculées pour limiter l'intensité des courants développés dans les bobines mises en court-circuit par les balais.

Du côté opposé au collecteur, l'induit présente encore des anneaux égalisateurs réunissant les points équipotentiels; ces anneaux répartissent également le courant dans les bobines de l'induit, même lorsque ce dernier vient à se décentrer, et elles contribuent puissamment à éviter les crachements aux balais.

Ce moteur est l'œuvre de M. Lamme, ingénieur de la Westinghouse Electric and Manufacturing C° des États-Unis: « l'inventeur est parvenu à faire un alternomoteur série presque aussi bon que le moteur à courant continu; sa solution est remarquable et elle a donné des résultats étonnants, sans cependant être idéale » (Heyland).

*Moteur Siemens-Schuckert.* — Ce moteur, particulièrement étudié par M. Richter, est un moteur série compensé caractérisé par un enroulement auxiliaire destiné à améliorer la commutation et par un champ de commutation principal formé, sur le stator, soit dans la zone de commutation, soit sur la périphérie tout entière; il comporte, comme le moteur Westinghouse, des résistances insérées dans les liaisons de l'armature avec les barres du collecteur, mais ces résistances sont disposées de telle façon qu'elles concourent à la production du couple; d'après M. Eichberg, cette disposition accessoire serait de peu d'utilité, lesdites résistances ne pouvant se composer que d'un nombre restreint de tours, et l'effet additionnel de leur couple étant, par suite, presque négligeable.

Dans les premiers appareils, il y avait quatre enroulements sur le stator; mais, par une combinaison très ingénieuse, M. Richter est parvenu à réunir ces enroulements de manière à n'avoir plus qu'un bobinage uniforme.

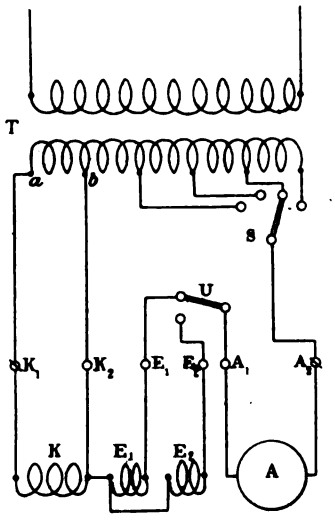


Fig. 1. — Moteur Siemens-Schuckert.

La figure 1 ci-contre représente schématiquement cette combinaison; K est l'enroulement compensateur destiné à annuler le flux de réaction; $E_1 E_2$ est l'enroulement d'excitation; A, l'armature; U, l'inverseur; S, le commutateur de démarrage et de réglage; il va de soi que le transformateur T ne fait pas partie intégrante du moteur; l'enroulement compensateur est alimenté par le secondaire du transformateur, où il est relié à deux prises fixes.

Digitized by Google

Le montage nouveau a différents avantages; tout d'abord, l'enroulement est uniformisé et peut être placé dans un stator régulièrement denté; pour renverser le sens de marche, il suffit, contrairement à ce qui avait lieu avec l'ancienne disposition, qui demandait un commutateur bipolaire, d'un instrument unipolaire; dans le cas d'installations à unités multiples, cela représente l'économie de deux contacteurs; avec un contrôleur spécial, celui-ci peut être remplacé par deux contacteurs absolument semblables à ceux utilisés pour le réglage de la tension.

D'un autre côté, un seul des enroulements $E_1$ et $E_2$ est parcouru par le courant électrique, alors que les deux circuits que remplacent ces sections, et qui comportaient la même quantité de cuivre, l'étaient tous deux; de ce chef, il y a une diminution de la perte totale dans le cuivre.

En pratique, le système est appliqué ainsi qu'il suit. Le stator a, par exemple, 24 rainures; dans chacune de celles-ci, se trouvent $2\times4$ barres; chaque rainure voisine d'une dent de commutation contient $2\times3$ barres pour les enroulements $E_1$ et $E_2$; les deux autres barres appartiennent à l'enroulement compensateur.

La simplification du bobinage du stator et l'amélioration de la construction de la carcasse procurent une diminution notable des dimensions du moteur; le stator nouveau type a 410 mm de diamètre; l'ancien atteignait 440 mm pour la même puissance.

La réduction des dimensions de l'appareil est particulièrement remarquable dans les moteurs de 150 kilowatts à 700 t:m et 25 p:s, tels qu'on en a montés sur les voitures construites par les établissements Siemens-Schuckert pour le chemin de fer rural de Blankenese-Ohlsdorf.

L'épaisseur radiale du stator est, notamment, amoindrie sensiblement, sans inconvénient, sous le rapport magnétique, parce que le nombre de pôles, qui peut être choisi à volonté avec un moteur série, a été pris très élevé (il y a huit pôles, ce qui correspond au double de la valeur de synchronisme) et parce que les boulons de serrage n'affaiblissent la section de la culasse que dans la partie où passe le flux auxiliaire, lequel est relativement peu intense.

Cette économie d'encombrement a le grand avantage de permettre de monter des moteurs de puissance relativement grande dans l'emplacement disponible sur les véhicules.

L'enroulement est formé de barres ayant toutes la même section et la même forme et que l'on cintre de la façon voulue avant la mise en place; les barres de compensation peuvent être soudées par les procédés habituels.

Quant à l'armature, c'est une armature d'induit denté à rainures ouvertes avec enroulement confectionné sur gabarit; les résistances des jonctions sont arrangées, conformément à ce qui a été dit, pour participer à la production du couple moteur; elles ne sont donc pas des résistances mortes.

Le poids total de l'engin est de 2765 kg.

Comparant son moteur à celui de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, M. Richter a fait ressortir que le moteur de 130 kilowatts des Siemens-Schuckertwerke était à peine plus lourd que celui de 85 kilowatts de la première maison.

Toutefois, le moteur Siemens-Schuckert considéré était construit pour la vitesse de 700 t:m, tandis que celui de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft marchait normalement à 600 t:m.

D'après M. Eichberg, quelque original qu'il soit, le bobinage Richter présente des difficultés de réalisation pratique; ce n'est qu'un enroulement de moteur à courant continu, plus complexe que celui du moteur Winter-Eichberg, dont le rotor est également plus simple; pour la puissance de 110 kilowatts, les barres du moteur Richter peuvent avoir à supporter des courants de 800 ampères; les soudures doivent, dans ce cas, être des plus délicates; l'inventeur dit cependant qu'il n'en est point ainsi et que les soudures n'ont jamais donné lieu au moindre ennui; si un mécompte s'était produit sous ce rapport, on n'aurait eu qu'à revenir à la disposition ancienne, où les soudures sont relativement petites.

*Moteur Oerlikon.* — Une méthode de compensation à peu près identique est employée par les Ateliers de construction d'Oerlikon.

La partie fixe du moteur est formée d'une carcasse feuilletée portant des noyaux polaires principaux, sur lesquels sont enfilées les bobines excitatrices, ainsi que des pôles auxiliaires de commutation.

L'axe magnétique de ces pôles auxiliaires est décalé par rapport à celui du flux principal.

Le flux est produit par des bobines spéciales, calculées de façon à ce que le courant y circule avec une intensité telle et y soit décalé de telle manière qu'une fois encore, dans les spires comprises entre les lames court-circuitées par les balais, une force électromotrice soit engendrée, du fait de ce flux auxiliaire, qui fasse sensiblement équilibre à la somme des forces électromotrices induites, dans les mêmes fils, par le flux inducteur alternatif et par le flux de réaction d'induit.

La partie mobile est construite et bobinée comme un induit mobile ordinaire de dynamo à courant continu.

La figure 2 montre le schéma du moteur : 1 est le collecteur; 2, les lames; 3, les balais; 4, l'enroulement induit, en anneau Gramme; 5, les noyaux principaux de l'inducteur; 6, la culasse; 7, les pôles auxiliaires; 8, les bobines inductrices principales en série avec les balais 3 et qui forment le circuit principal; 9, des tunnels pratiqués dans les pôles pour recevoir l'enroulement de compensation 10, lequel peut être fermé en court-circuit sur lui-même ou mis en série avec les bobines principales; 11, des bobines inductrices montées sur les pôles auxiliaires et en série l'une par rapport à l'autre; leur circuit comprend une résistance non inductive, 12; et il est accouplé magnétiquement au circuit principal par un transformateur série, 13.

Digitized by Google

Différentes méthodes d'excitation des pôles auxiliaires peuvent être employées; le tout est de régler au mieux le déphasage dans le circuit dérivé excitant ces pôles; parallèlement au circuit en question est disposée, quand l'excitation est directe, une résistance non inductive, de telle sorte que le courant principal se partage entre l'enroulement auxiliaire et ladite résistance.

Le montage décrit ci-dessus est celui des moteurs de 185 kilowatts qui sont employés sur la locomotive n° II,

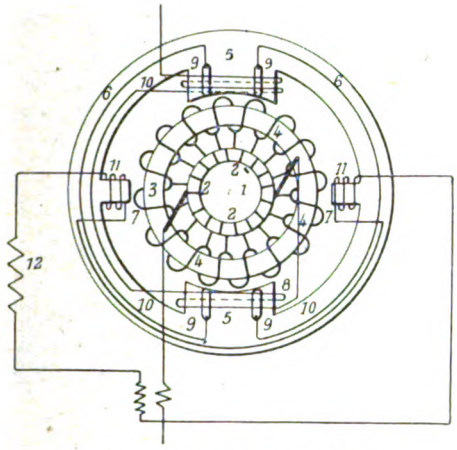


Fig. 2. — Schéma du moteur Oerlikon.

mise en expérience, depuis 1905, par les Ateliers Oerlikon, sur la ligne des chemins de fer fédéraux Seebach-Wettingen.

On remarquera que les moteurs ne possèdent pas de résistance dans les jonctions avec les barres du collecteur; cette particularité est à retenir, étant donnée la grande puissance des unités dont il s'agit.

D'après M. le Dr Behn-Eschenburg, qui s'occupe de ces moteurs, la commutation serait parfaite au démarrage et, en marche, pour des efforts de traction de la machine pouvant aller jusqu'à 2500 kg par moteur et des vitesses de 40 km à l'heure, les collecteurs se conservent en parfait état; l'usure des balais est exceptionnellement faible.

Aussi le même mode de construction est-il appliqué pour les appareils de 45 kilowatts que les Ateliers Oerlikon ont construits pour le chemin de fer Locarno-Bignasco.

On n'a pas constaté une seule fois de crachements ni d'étincelles entre lames ou entre le collecteur et la carcasse. Il est vrai que les appareils à courants alternatifs sont peut-être moins sujets à ce défaut que les machines à courant continu; dans ceux-ci, les courants normaux de travail doivent déjà être coupés au collecteur, alors que le champ est encore inexistant, ce qui ne se présente pas avec l'alternatif (Eichberg).

Les moteurs mentionnés précédemment de 185 kilowatts sont les premiers des moteurs série Oerlikon qui aient été construits avec application du principe, breveté en 1904 par le Dr Behn-Eschenburg, de la compensation par pôle auxiliaire déphasé.

Leurs dimensions sont telles que, lorsque l'intensité augmente au delà d'une certaine limite, le champ magnétique et partant la tension entre les lames ne s'accentuent que faiblement, les noyaux polaires étant saturés.

Cette tension entre lames ne dépasse guère 2 volts, alors que les machines courantes marchent avec une tension de 4,5 volts (Eichberg).

Les premiers rotors avaient 96 rainures ouvertes; il fut toutefois constaté que, même avec des courants très réguliers, il se produisait, par suite des variations de la réluctance, des oscillations de la force électromotrice des moteurs qui se répercutaient sur les circuits téléphoniques voisins.

On a, pour cette raison, pourvu les moteurs de nouveaux rotors à tunnels (en conservant les même collecteurs), et c'est par la même occasion que l'on a supprimé les résistances des jonctions, qui avaient été utilisées antérieurement.

Ces modifications ont fait disparaître le défaut signalé, tout en laissant la commutation entièrement satisfaisante (Dr Behn-Eschenburg).

On construit actuellement dans les Ateliers Oerlikon des moteurs série de 370 kilowatts qui seront montés directement sur les essieux pour fournir des vitesses de 60 km par heure.

Ces moteurs seront provisoirement munis de jonctions spéciales; ils seront également construits suivant les procédés anciens (pôles saillants; bobines simples, amovibles, pour les pôles principaux et les pôles auxiliaires); la compensation sera obtenue au moyen d'un enroulement simple court-circuité, logé dans la carcasse de l'armature.

*Moteur Thomson-Houston.* — C'est le moteur de M. Latour à répulsion compensé; il est bien connu et nous n'y reviendrons pas.

*Moteur de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* — Ces constructeurs emploient le moteur à répulsion compensé de MM. Winter et Eichberg, qui étudient pratiquement l'alternomoteur depuis 1902.

Une première supériorité du moteur à répulsion compensé sur le moteur série serait de ne pas nécessiter, comme ce dernier, de résistances intercalaires sur les jonctions des bobines de l'armature avec les lames du collecteur.

Dans les alterno-moteurs série, ces résistances ont été de plus en plus réduites; on n'a pu toutefois les supprimer; la nécessité d'en faire usage est la raison pour laquelle on n'a pas construit d'appareils de grosse puissance (Eichberg).

Les résistances en question n'ont pas été employées avec les moteurs à répulsion; ceux-ci ont été construits dès le début pour éviter ces résistances; la pratique a montré dans quelles conditions ces dispositifs sont à recommander; il y a lieu de différencier à cet égard les machines destinées à un service à arrêts fréquents (service de ville) et celles appelées à fonctionner sur des lignes à long parcours (locomotives).

Digitized by Google

L'insertion des résistances dans les jonctions a pour but de restreindre les courants de court-circuit au démarrage; mais quand celui-ci se prolonge, les résistances peuvent avoir à supporter un courant qu'elles ne sont pas en état d'admettre, et brûler.

C'est ce qui explique que l'emploi de l'artifice dont il s'agit ne soit pas utilisable avec une égale efficacité pour les services à stations rapprochées et pour ceux à grands parcours (lignes américaines).

Quand les arrêts sont rares, il est secondaire que les démarrages soient lents et l'on peut se contenter d'un couple relativement faible au départ. Il en est autrement dans le cas pré-indiqué.

On ne peut nier cependant les excellents résultats obtenus aux États-Unis avec les moteurs Westinghouse à résistances dans l'armature.

A l'origine, le moteur Winter-Eichberg a été construit avec un enroulement à haute tension sur le stator; des moteurs montés de la sorte, en 1903, pour le chemin de fer urbain d'Oranienburg (Berlin), sont encore en service et ils fournissent journellement des parcours de 500 km.

Néanmoins, la construction des enroulements à haute tension demande à être soignée; actuellement, on préfère travailler avec des tensions moindres, les précautions nécessaires pour réaliser un bon alternomoteur à haute tension mettant trop le système à la merci de la plus ou moins grande habileté de l'ouvrier (Eichberg).

On peut dire aussi que, pour obtenir une bonne commutation, il est nécessaire que l'enroulement du stator soit subdivisé, ce qui est difficilement réalisable avec un moteur à haute tension (Heyland). Cependant le nombre des bobines, pour les moteurs de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, est de 3 par pôle seulement; les rainures ont 45 mm de largeur et 58 mm de profondeur.

D'autre part, l'adjonction du transformateur met le moteur à l'abri des surcharges, en empêchant le courant dans le stator de prendre une valeur excessive (Richter).

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'on dépassera les tensions de 2000-3000 v, pratiquement possibles avec les moteurs Winter-Eichberg (l'Allgemeine utilise 6000 v sur la ligne de Spindlersfeld et compte aller jusqu'à 10 000 et 15 000 v) et, dès lors, autant vaut adopter immédiatement le transformateur.

Même avec cet appareil, on n'en utilise pas moins, dans le moteur à répulsion, des tensions de 500, 600 ou 850 v, qui ne sont pas admissibles avec les moteurs série, où l'on ne dépasse pas 300 v.

L'augmentation de poids dû au transformateur est de 1,6 à 1,7 tonne pour un équipement de $2 \times 85$ kilowatts, soit de 20 pour 100 du poids de l'équipement; comparativement aux installations à alternomoteur série, il y a lieu de noter que, la tension étant supérieure, les dispositifs accessoires pourraient être de moindres dimensions.

Les moteurs Winter-Eichberg de 85 kilowatts, construits il y a trois ou quatre ans, pesaient 2500 kg; les moteurs actuels de 130 kilowatts pèsent 3050 kg.

La particularité du système Winter-Eichberg est l'emploi d'un transformateur spécial d'excitation; avec des moteurs à haute tension, cet appareil doit être assez largement calculé; son poids peut être réduit, de 4 à 6 pour 100 du poids des moteurs, quand on adjoint un transformateur réducteur général. La figure 3 donne le

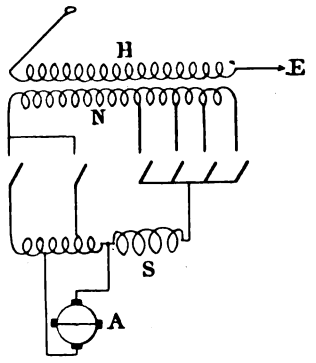



Fig. 3. — Schéma du moteur Winter-Eichberg.

schéma du montage actuel du moteur Winter-Eichberg; H est l'enroulement à haute tension; N, celui à basse tension du transformateur; S, le stator; A, l'armature; E, le transformateur d'excitation.

*Moteur des Felten-Guilleaume Lahmeyerwerke.* — Ce moteur, décrit par M. Osnos, est le moteur *f* précédemment défini (voy. p. 179); il est à peu près équivalent, au point de vue du rendement et du facteur de puissance, au moteur Latour; il a un rendement de 83 à 84 pour 100 pour des vitesses de 800 à 500 tours par minute; mais son aptitude à supporter les surcharges serait notablement plus grande, parce qu'il reçoit directement, dans le rotor, une partie de l'énergie.

M. Osnos, qui a essayé des moteurs de ce genre de 80 kilowatts à 25 périodes par seconde, a pu employer une tension de 1000 v au stator et est allé jusqu'à 520 v au collecteur.

Il estime toutefois que le moteur Latour est, en certains cas, préférable, parce qu'il peut être instantanément et simplement transformé en moteur ayant une caractéristique shunt et permettant une très bonne récupération sur les fortes pentes.

L'appareil modifié de cette façon conserve un facteur de puissance satisfaisant, et que l'on peut maintenir voisin de l'unité entre de grandes limites de charge.

La puissance à fournir aux balais d'excitation est toujours très faible; elle se chiffre à 1,2 kw, à vide, sous 1000 v, et décroît quand la charge augmente; elle est de 1 kw lorsque le moteur absorbe 100 kw.

Sur la ligne Hombourg-Saalbourg, un train de 56 tonnes avec automotrice à 2 moteurs de 20 kilowatts, sous 600 v, à 40 périodes par seconde, a permis de constater une récupération, sur les pentes, de 50 pour 100 de l'énergie consommée en rampe. M. T.

Digitized by Google

## JOINTS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

M. E. Bégot, directeur de la Société française de Métallurgie, vient d'imaginer, conjointement avec cette Société, de nouveaux procédés relatifs à la confection de joints pour fils, câbles et tubes. Ces joints sont plus particulièrement destinés aux lignes en aluminium, mais pourraient être employés dans le cas de ligne en tout autre métal.

Le joint pour fil (fig. 1), présente une grande solidité au point de vue mécanique et permet un excellent raccord

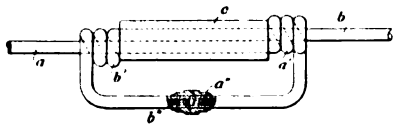


Fig. 1. — Joint pour fils.

électrique. Dans une gaine évidée, sorte de manchon, on enfile les extrémités des deux fils à relier, en les faisant dépasser de part et d'autre sur une certaine longueur. Des deux côtés du manchon, les fils sont enroulés l'un sur l'autre (en $a'$ et $b'$), de sorte que le joint mécanique est assuré, on réunit ensuite au moyen d'un joint quelconque ou de soudure les deux extrémités des fils $a''$ et $b''$.

Dans le cas de jonction de câbles (fig. 2), chacune des extrémités à relier est introduite dans une sorte de

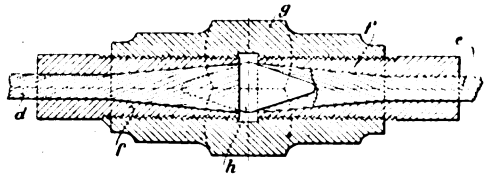


Fig. 2. — Joint pour câbles.

manchon $f$, cylindrique et fileté à la partie extérieure, dont la partie intérieure est percée d'un trou de forme tronc-conique. Ces deux manchons sont filetés en sens inverse de manière à ce que, quand on tourne un écrou $g$ commun, ils sont obligés de se rapprocher. Chacune des extrémités des câbles à relier est épanouie et à l'intérieur on place une pièce $h$ biconique ou de toute autre forme convenable. Quand on fait tourner l'écrou, les divers fils des câbles viennent s'écraser entre la pièce biconique et l'intérieur des manchons, de sorte que le joint électrique est parfaitement assuré.

Des essais entrepris avec des instruments ordinaires pour mesurer la résistance électrique d'un tel joint, n'ont permis de constater aucune augmentation de résistance; des essais plus précis vont être entrepris au laboratoire central d'électricité et il est à prévoir que l'on ne pourra alors encore constater aucune augmentation de résistance.

Un autre joint s'appliquant aux tiges cylindriques de forte section, par exemple pour les barres en aluminium employées dans le cas d'un four électrique, est indiqué sur la figure 3. Dans ce dispositif, les manchons sont supprimés et ce sont les barres elles-mêmes qui sont

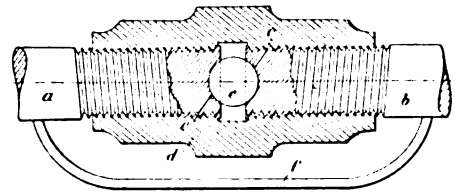


Fig. 3. — Joint pour barres.

filetées. En tournant l'écrou $d$, les barres sont forcées de se rapprocher, et leurs extrémités viennent s'écraser contre une pièce métallique $e$ sphérique, ou de toute autre forme, de sorte que le joint électrique est assuré; on peut du reste compléter le joint électrique en disposant un étrier $j$.

Dans le cas où deux barres doivent être raccordées à angle droit, on emploie une barre coudée de même section que celles à raccorder et on la relie à l'une et à l'autre au moyen d'un joint analogue à celui décrit.

Pour un raccord de trois pièces en forme de T, un des écrous peut porter l'amorce d'une barre, de sorte que l'on a à procéder à la confection de deux joints.

Le système avec bille et filetage des extrémités à relier peut très bien s'appliquer pour la jonction de tubes; dans ce cas la bille s'engage dans l'âme des tubes qui peuvent, suivant leur diamètre intérieur, être aménagés ou non à cet effet.

F. Loppé.

## ORGANISATION DU SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE

*L'Industrie électrique* a décrit, il y a quelques mois, la modification qu'a imaginé d'apporter à l'appareil Morse un inventeur italien, M. Bogni (1).

On se souvient que cette amélioration consiste à remplacer l'électro-aimant ordinaire du Morse par deux électro-aimants, les signaux étant produits au moyen d'une clef double, qui permet d'envoyer du courant dans un sens ou dans l'autre, et les émissions étant reçues dans un relais polarisé, qui, selon le sens du courant, ferme le circuit local de l'un ou l'autre des électro-aimants récepteurs; chacun de ceux-ci commande un levier, et l'un donne des signaux simples, l'autre des signaux doubles. A l'aide de cette disposition, et en employant l'alphabet spécial qu'il a combiné, M. Bogni pense arriver à une vitesse de 40 mots à la minute.

Sans vouloir amoindrir aucunement la valeur de cette idée, que *L'Industrie electrique* a appréciée justement,

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, p. 499, 10 novembre 1906.

Digitized by Google

nous ne pouvons nous empêcher de remarquer quelle analogie étroite présente la combinaison préconisée avec celles indiquées, presque aux premiers temps de la télégraphie Morse, par Gloesener, Hipp, Renoir, Regard, Morenes, etc.

C'est, en effet, dès les débuts de l'appareil Morse « qu'afin d'obtenir des combinaisons moins compliquées que celles qui constituent le vocabulaire ordinaire de cet instrument, on a cherché à produire l'impression sur deux lignes parallèles, à l'aide de deux styles fonctionnant sous l'influence de deux effets électriques opposés ».

« Comme cette double action pouvait ne pas entraîner un surcroît de dépenses pour l'établissement des lignes », écrivait en 1874 le comte Th. Du Moncel, « puisque, à l'aide d'armatures aimantées ou polarisées, on peut obtenir deux effets différents à travers un même fil, on aurait pu croire qu'on saisirait avec empressement ce moyen d'augmenter la vitesse de transmission; mais il n'en a rien été, parce qu'il aurait fallu, pour cela, former un nouveau personnel, établir avec les autres pays d'autres conventions; en un mot, remanier toute l'organisation télégraphique. On a reculé devant de pareilles conséquences, et, en définitive, on a bien fait, car les télégraphes imprimeurs sont venus résoudre, d'une manière inattendue il est vrai, la question de la célérité de la transmission des dépêches. »

Faut-il conclure que la proposition de M. Bogni constitue un recul? Ce serait injuste; la caractéristique de la modification imaginée par cet inventeur est de permettre de travailler indifféremment par alphabet simple ou par alphabet composé; l'inconvénient de modifier les méthodes d'opération avec les pays voisins est donc éliminé, et quant à la nécessité de former un personnel spécial, elle se réduit par le fait que l'ancien système peut être maintenu sur les lignes secondaires.

Il n'est donc pas inutile d'examiner quelles conséquences pourrait avoir, aussi bien chez nous qu'en Italie, l'adoption de la méthode Bogni; nous n'utilisons pas moins, en effet, de 12 455 appareils Morse, et l'Italie 10 653, et, par conséquent, toute amélioration de ces instruments peut avoir une influence sensible sur le service de l'échange des communications.

Nous ne nous imaginons pas pouvoir rien apprendre aux professionnels; nous espérons, toutefois, que les considérations suivantes permettront à ceux qui ne sont pas spécialisés dans la matière de se faire une idée de la façon d'envisager la question.

On compare fréquemment nos procédés de travail à ceux employés dans quelques pays, et, notamment, en Belgique.

Chez nos voisins du Nord, un principe fondamental est, on ne l'ignore pas, celui de l'appel et de la transmission directs. Tout bureau qui a un télégramme à transmettre sonne l'office de destination, par son abréviatif, qu'il soit en relation directe avec lui ou qu'il ait à passer par des bureaux intermédiaires; ceux-ci se chargent d'opérer les jonctions nécessaires sans intervenir en aucune autre façon; on supprime ainsi, dans la plus large mesure possible, les réceptions en passage et les retransmissions qui en résulteraient; on réduit donc la main-d'œuvre, en même temps qu'on active l'acheminement des correspondances; l'économie à ce dernier point de vue est telle que, sur 100 dépêches déposées, plus de 75 parviennent au bureau destinataire dans un délai inférieur à 15 minutes.

Ce résultat est, sans aucun doute, remarquable; mais, parce qu'il n'est pas atteint chez nous, nous ne devons pas trop hâtivement discréditer notre service; nous devons tenir compte de l'étendue beaucoup plus considérable de notre territoire; il suffit d'avoir suivi le travail de quelques bureaux belges pour s'apercevoir que la transmission directe n'est guère avantageusement applicable que si un nombre limité de bureaux intermédiaires seulement ont à être dépassés; des appels infructueusement prolongés font effectivement perdre un temps précieux, immobilisent un télégraphiste, occupent inutilement la ligne, retardent d'autres correspondances, etc.; il vaut souvent mieux qu'un opérateur spécial reçoive en passage un télégramme d'un poste auxiliaire, pour le réexpédier lui-même, que de livrer le fil à ce poste, desservi par un moins habile et dont l'inexpérience ne manquerait pas d'occasionner des chômages.

Tout ceci, pour conclure que l'appel direct, si avantageux qu'il soit, ne peut être appliqué que partiellement dans un pays étendu et qu'il n'est pas, en conséquence, de nature à accélérer notablement l'échange des correspondances; la seule façon rationnelle de l'instituer est de subdiviser le réseau en groupes suffisamment nombreux, tous les bureaux secondaires de chaque groupe ayant à transmettre directement leurs dépêches au bureau chef de groupe, et ces offices principaux procédant également à leur tour, entre eux, par la méthode directe.

Cette première amélioration réalisée dans la transmission, il ne reste pas moins à activer le travail. En ce qui touche les bureaux auxiliaires, un relèvement sensible est difficile à obtenir : nous appelons bureaux secondaires ceux desservis par des agents télégraphistes non professionnels, c'est-à-dire les offices auxiliaires fonctionnant dans des bureaux postaux, des stations de chemins de fer, des postes éclusiers, etc., et confiés aux employés de ces services, personnel subalterne auquel on ne peut demander beaucoup d'aptitudes; la généralisation brusque d'un appareil nouveau, demandant une nouvelle initiation de ces agents, ne manquerait pas de donner lieu à des difficultés insurmontables.

Pour les bureaux spéciaux, le désir d'activer le travail télégraphique peut provenir de deux causes principales : 1° encombrement d'une ligne à fort trafic de grand développement ou sous-marine et dont le dédoublement serait coûteux; 2° disproportion des frais d'exploitation comparativement aux recettes.

Dans le premier cas, le remède consiste généralement à adopter un appareil rapide imprimeur ou à transmission automatique, ou à monter la ligne en multiplex.

Digitized by Google

Ce dernier procédé n'est qu'assez exceptionnellement employé dans nos pays. D'après une statistique publiée par le *Journal de Berne*, le nombre des installations duplex, à la fin de 1905, était de 5 en France, non compris les Baudot, bien entendu; de 24 (Hughes) en Belgique, et de 14 (Morse) en Russie; il n'y en avait pas en Italie.

Aux États-Unis, le travail en duplex est plus fréquemment employé; on marche même quelquefois en quadruplex, quoique le système soit difficile; la plupart du temps, il fait défaut en cas de perturbations, c'est-à-dire précisément au moment où, des lignes étant endommagées, on cherche à tirer des autres le meilleur parti possible.

Il convient de remarquer qu'avec des installations de ce genre, on augmente bien, il est vrai, la capacité de transmission de la ligne, mais sans réduire la main-d'œuvre. A cet égard, les appareils rapides sont préférables. Ainsi, d'après des chiffres rapportés par la Rowland C°, la dépense en salaires, pour un même nombre de mots transmis, est sept fois plus élevé avec le Morse qu'avec le Rowland.

L'option pour l'un ou l'autre système découle, en fin de compte, d'une comparaison purement pécuniaire et assez facile à établir, des éléments d'appréciation suffisamment sûrs pouvant, en général, être obtenus aujourd'hui. On tient compte, d'une part, du prix de la ligne, de l'amortissement et de l'intérêt du capital qui serait nécessaire pour le dédoublement, et des frais d'entretien d'un nouveau conducteur, et, d'autre part, du prix du changement d'outillage et de l'économie en manœuvre assurée par cette modification.

Le coût moyen des lignes, en France, est évalué à 250 fr par kilomètre de fil.

Pour la Belgique, on trouve les chiffres officiels suivants : les prix indiqués comprennent le coût des fils, des supports et des poteaux; je dois faire remarquer qu'il y a dans le réseau des sections souterraines, ainsi qu'un câble sous-marin.

| ANNÉES. | LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES EN KM. | DÉVELOPPEMENT DES CONDUCTEURS EN KM. | RAPPORT DE LA LONGUEUR DES CONDUCTEURS A CELLE DES LIGNES. | COUT DES LIGNES (FILS SUPPORTS, ETC.) | COUT PAR KILOMÈTRE DE FIL. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1905 | 6625 | 37 145 | 5,606 | 4 784 168,80 | 128,80 |
| 1904 | 6619 | 36 675 | 5,540 | 4 674 557,45 | 127,45 |
| 1903 | 6608 | 35 848 | 5,425 | 4 592 675,85 | 128,11 |
| 1902 | 6517 | 35 225 | 5,405 | 4 506 585,07 | 127,94 |
| 1901 | 6450 | 34 752 | 5,402 | 4 505 876,12 | 125,91 |

Quant aux frais d'entretien, ils dépendent de la nature plus ou moins accidentée du pays, du développement du réseau, etc.; ils sont naturellement moindres si les lignes sont plus voisines; en tout cas, ils ne semblent pas pouvoir être inférieurs à une vingtaine de francs par kilomètre et par an; en Angleterre, l'entretien des conducteurs est fait par des sociétés spéciales, qui réclament une rémunération annuelle de 25 fr par km; en Amérique la dépense serait, paraît-il, de quatre ou cinq fois plus grande.

S'il y a manque général d'équilibre entre les dépenses du personnel et les taxes perçues, les choses deviennent plus complexes.

Le but est avant tout, alors, d'utiliser le mieux possible les employés. Conserver un opérateur « à poste fixe » pour chaque ligne, ou par groupes de lignes, est une faute grave, l'inégale répartition du trafic ne pouvant manquer d'occasionner aux uns un surcroît exagéré d'assujettissement, et de laisser aux autres des repos trop fréquents.

Il faut donc, tout d'abord, abandonner le système des postes fixes et faire aboutir les lignes à un commutateur répartiteur permettant de mettre les lignes sur poste d'écoute, puis d'effectuer les jonctions nécessaires, soit avec d'autres lignes, soit avec les appareils de réception, chacun de ceux-ci pouvant être, indifféremment, mis en relation avec toutes les lignes.

Ce mode d'installation constitue certainement un progrès essentiel; non seulement il réduit le nombre d'appareils nécessaires, mais, par son adoption, on double plus sûrement la capacité d'un effectif donné qu'on ne parviendrait à le faire en activant, fût-ce de 100 ou même 200 pour 100, la vitesse de transmission.

D'ailleurs, les mêmes appareils, formant l'équipement que contrôle le commutateur de répartition, devant, pour bien faire, être utilisables tant avec les lignes secondaires qu'avec les lignes « inter-groupales », et ce, sans aucune modification que ce soit, l'accroissement de de la rapidité des transmissions n'est réalisable, dans les pays qui font un usage général du Morse, qu'au moyen d'instruments susceptibles d'enregistrer les signaux du code conventionnel.

Deux solutions se présentent donc : le travail auditif et le procédé Bogni.

Le travail auditif semble avoir de grands avantages : outre qu'il permet un travail accéléré, il réduit les erreurs en sollicitant, de façon plus soutenue, l'attention du télégraphiste; de plus, il permet de procéder à meilleur compte aux extensions ultérieures d'outillage, le Morse pouvant être aisément modifié pour servir de relais actionnant le sounder en local et cet instrument étant ensuite remplacé par un petit relais spécial très simple et peu coûteux; la plus grande rapidité obtenue dans le travail auditif provient, non seulement de l'accélération de la transmission même, mais encore, et en ordre principal, de ce que l'opérateur doit suivre son correspondant et terminer avec lui; le réglage des appareils Morse, une fois la bande supprimée, est notablement plus aisé; quant au relais spécial, formé d'un simple électro-aimant et d'une armature basculante à ressort de rappel, il est d'un usage extrêmement aisé.

Par le fait que l'accélération obtenue par la réception est due, en grande partie, à l'obligation où se trouve

Digitized by Google

l'agent chargé de la réception de suivre la transmission lettre à lettre, le service avec les bureaux secondaires se trouve assez sensiblement perfectionné sans que cependant aucune modification doive être apportée de ce côté; tout en admettant qu'un télégraphiste consciencieux arriverait peut-être à d'aussi bons résultats avec un procédé qu'avec l'autre, c'est-à-dire par la réception à la bande ou par la réception auditive, on doit admettre que la dernière méthode a la grande supériorité, même sur le système Bogni, d'amener nécessairement le relèvement progressif de l'habileté professionnelle générale.

Actuellement, nous utilisons, en France, 2400 sounders environ; en Italie, il y en a un peu plus de 300 en usage; en Belgique, près de 750.

En Amérique, où la réception à l'ouïe est d'un usage plus général qu'en aucun autre pays, la pratique constante du sounder — les appareils imprimeurs et autres instruments spéciaux sont presque totalement inconnus — a fait acquérir aux opérateurs une virtuosité véritable. Dans des concours, des télégraphistes parviennent à recevoir 50 mots à la minute, pendant une demi-heure; c'est, toutefois, là un tour de force demandant une habileté exceptionnelle, et les employés qui en sont capables se font un salaire de 25 francs par jour; beaucoup emploient le code Philipps, où des signaux phonétiques spéciaux remplacent des mots usuels; le résultat le plus remarquable connu est de 55 mots à la minute pendant 5 minutes.

Les dépêches de presse sont transmises par les télégraphistes les plus vites, à raison de 9000 mots par 7 heures de travail, soit 1286 mots par heure et 21,43 mots par minute.

La vitesse moyenne, tout en étant encore élevée, est sensiblement moindre; elle ne descend pas cependant, en dessous de 14 mots à la minute pour les opérateurs très ordinaires, qui sont rémunérés à raison de 10 francs par jour, avec supplément de 5 fr quand ils atteignent la vitesse de 20 mots, laquelle peut être tenue comme rapidité moyenne de travail.

Les télégrammes sont fréquemment inscrits, sous la dictée du sounder, à la machine à écrire; les sounders doivent alors être montés sur une grande boîte de résonance ou mégaphone; on fait également usage de caisses de résonance de petites dimensions fixées sur un bras extensible et articulé.

Il ne paraît pas que des appareils du genre Morse-Bogni permettraient d'organiser le travail dans des conditions aussi avantageuses; par contre, ils n'auraient pas l'inconvénient de supprimer tout enregistrement graphique de la dépêche, et c'est là un point qui n'est pas à négliger dans des pays où — influence de climat — le personnel n'a pas toujours le calme exigible.

On peut douter que la modification de M. Bogni soit de nature à doubler la vitesse pratique du Morse. La preuve faite à cet égard, la préférence pourrait aller à cet instrument plutôt qu'au sounder, si, malgré toutes les mesures de précaution, on n'avait encore à craindre que l'exactitude du travail pâtit de la mauvaise volonté ou de la négligence des agents.

On ne doit pas perdre de vue, toutefois, que l'accélération de la transmission proprement dite n'est pas, en elle-même, de nature à procurer une amélioration dont le public pût s'apercevoir, c'est-à-dire à diminuer sensiblement le délai s'écoulant entre l'acceptation et la remise de la dépêche.

En d'autres termes, elle n'a pas la même valeur pour l'administration et pour le client. D'après quelques exemples que nous avons pu étudier, nous pensons pouvoir dire que, pécuniairement, la besogne de la transmission et de la réception représente, dans le système Morse, 60 pour 100 au moins de la main-d'œuvre; nous entendons par là que, sur la somme affectée à la rémunération des employés préposés aux services de l'acceptation, de la transmission et de la réception, 60 pour 100 vont aux agents chargés du travail télégraphique proprement dit.

En activant donc la transmission de 25 pour 100 en moyenne, on réalise une économie de 15 pour 100, ce qui correspond à quelque 3 ou 4 pour 100 des dépenses totales de l'exploitation.

Mais le temps nécessaire pour la transmission — mettons 2 minutes pour un télégramme de 20 mots, longueur moyenne, en comprenant le préambule et la finale — ne représente qu'une faible partie de la durée globale s'écoulant avant la remise à domicile.

Pour satisfaire le pubic, ce sont donc surtout l'acceptation, l'envoi des dépêches des guichets à la salle des appareils, la distribution du travail aux opérateurs, les appels, la remise aux messagers et le port à domicile qu'il faut accélérer, en restreignant autant que possible les écritures accompagnant ces opérations, en stylant le personnel, en outillant convenablement les bureaux, etc.

HENRY.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 2 mars 1908.*

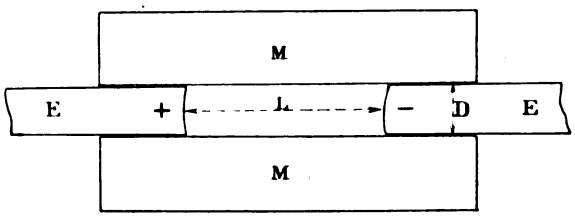
**Sur l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse.** — Note de M. ADOLPHE MINET, présentée par M. Lippmann. — L'étude de l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse comporte l'examen d'un grand nombre de facteurs :

1° Forme et dimensions de l'enceinte; 2° nature et épaisseur de la paroi; 3° nature, position et dimensions des électrodes; 4° section et longueur de l'arc; 5° sa température; 6° pression à laquelle est soumise la gaine gazeuse qui le constitue; 7° différence de potentiel aux électrodes; 8° force contre-électromotrice et réactions physiques, chimiques ou physico-chimiques qui la provoquent; 9° intensité et densité

Digitized by Google

du courant (intensité par centimètre carré); 10° résistance spécifique des vapeurs formant l'arc, etc.

Dans une première série d'expériences, nous avons considéré le cas simple d'un arc jaillissant dans une cavité de forme cylindrique, creusée au centre d'un bloc




de magnésie MM, de forme parallélépipédique et de 5 cm d'épaisseur.

Voici quelles ont été nos observations pour différents diamètres et longueurs d'arc, le courant employé étant du mode continu.

1° Pour une intensité et un diamètre donnés et des longueurs $L$ variables, les forces électromotrices sont reliées par l'expression

$$E = e + \varepsilon L,$$

où :

$E$ est la différence de potentiel aux électrodes;

$e$ la force contre-électromotrice, dont la valeur oscille suivant certaines conditions entre 14 et 18 volts, et dont le siège se trouve à l'électrode positive;

$\varepsilon$ la différence de potentiel prise sur une longueur d'arc de 1 cm, trouvée sensiblement constante sur toute la longueur de l'arc (Tableau I).

Tableau I. — Formule de régime de l'arc. ($E = e + \varepsilon L$.)

| $L$ en centimètres. | $d = 1{,}1$ cm, $I = 13$ ampères. | | $d = 1{,}5$ cm, $I = 20{,}5$ ampères. | | $d = 2{,}1$ cm, $I = 34$ ampères. | | $d = 3{,}1$ cm, $I = 61$ ampères. | | $d = 4{,}1$ cm, $I = 93$ ampères. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $E$ en volts. | $\varepsilon$ en volts. | $E$ en volts. | $\varepsilon$ en volts. | $E$ en volts. | $\varepsilon$ en volts. | $E$ en volts. | $\varepsilon$ en volts. | $E$ en volts. | $\varepsilon$ en volts. |
| Près de 0 | $e = 14$ | | $e = 14$ | | $e = 16$ | | $e = 18$ | | $e = 18$ | |
| 1 | 24 | 10 | 21 | 7 | 22 | 6 | 24 | 6 | 22 | 4 |
| 2 | 36 | 12 | 31 | 10 | 27 | 5 | 29 | 5 | 27 | 5 |
| 3 | 48 | 12 | 37 | 6 | 35 | 6 | 34 | 5 | 30 | 3 |
| 4 | 58 | 10 | 43 | 6 | 39 | 6 | 39 | 5 | 33 | 3 |
| 5 | 69 | 11 | 50 | 7 | 46 | 7 | 43 | 4 | 38 | 5 |
| 6 | 80 | 11 | 56 | 6 | 52 | 6 | 47 | 4 | 42 | 4 |
| | $E = 14 + 11\,L$ | | $E = 14 + 7\,L$ | | $E = 16 + 6\,L$ | | $E = 18 + 4{,}85\,L$ | | $E = 18 + 4\,L$ | |

Tableau II. — Constantes électriques.

| Grandeurs données. | | | Grandeurs trouvées et calculées. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $I = 11{,}17\,d^{\frac{3}{2}}$ | $\delta = \frac{14{,}22}{d^{\frac{1}{2}}}$ | $\varepsilon = \frac{8{,}7}{d^{\frac{1}{2}}}$ volts | | $\rho = 0{,}61$ ohm | $L$ pour $E = 64$ volts, $L = 5{,}75\,d^{\frac{1}{2}}$ cm | | $p = 31$ watts |
| $d$ en cm. | ampères. | ampères : cm². | trouvées. | calculées. | trouvées. | trouvées. | calculées. | trouvées. |
| 1,1 | 13 | 13,6 | 11 | 8,3 | 0,81 | 4,5 | 6,04 | 41.3 |
| 1,5 | 20.5 | 11,3 | 7 | 7 | 0.61 | 7.04 | 7.04 | 51 |
| 2,1 | 34 | 9,8 | 6 | 6 | 0.61 | 8,33 | 8,35 | 51 |
| 3,1 | 61 | 8.1 | 4,83 | 4,94 | 0.60 | 10.30 | 10.10 | 50.4 |
| 4,1 | 93 | 7,03 | 4 | 4,30 | 0.57 | 12,50 | 11,60 | 29 |

2° Soient la chaleur totale et les chaleurs partielles engendrées par le courant dans l'arc par seconde :

$$EI = eI + \varepsilon IL;$$

nous avons admis que, étant donnée la constance de $\varepsilon$ sur toute la longueur de l'arc, la chaleur $eI$ se dissipe complètement dans l'électrode positive et la paroi en contact direct avec cette électrode, et que la chaleur $\varepsilon IL$ se perd dans les parois en contact avec la gaine gazeuse constituant l'arc.

Pour vérifier ces hypothèses, nous avons cherché si, en prenant des intensités $I$ en fonction du diamètre

$$(1) \qquad I = K_1 d^{\frac{3}{2}},$$

où $K_1 = 11{,}17$, d'après $I = 34$ ampères et $d = 2{,}1$ cm, comme dans le cas d'un conducteur solide sous enveloppe, et maintenu à une température constante, la température et par suite la résistance spécifique de l'arc étaient aussi constantes, et si l'on pouvait déterminer *a priori* les autres grandeurs en fonction du diamètre, suivant :

(2) *Densité du courant :* par définition $\delta = \frac{4I}{\pi d^2}$; on a donc $\delta = \frac{4}{\pi} \frac{K_1}{d^{\frac{1}{2}}} = \frac{K_2}{d^{\frac{1}{2}}}$, où $K_2 = 14{,}22$, d'après $K_1 = 11{,}17$.

(3) *Différence de potentiel,* $\varepsilon = rI$, $r$ étant la résistance d'une section d'arc de longueur $L = 1$ cm; en exprimant $r$ en fonction de la résistance spécifique $\rho$ et $I$ en fonction de la densité $\delta$, il vient $\varepsilon = \rho\delta$, d'où $\varepsilon = \frac{\rho K_2}{d^{\frac{1}{2}}} = \frac{K_3}{d^{\frac{1}{2}}}$; $K_3$, fourni par

Digitized by Google

la mesure directe, a été trouvé égal à $K_3 = 8,7$ (toujours pour un diamètre moyen $d = 2,1$), d'où pour la *résistance spécifique* $\rho = \frac{K_3}{K_2} = 0,61$ ohm.

(4) *Longueur d'arc* pour une différence de potentiel constante et égale à 64 volts; en admettant $e = 14$ volts, $\varepsilon L = 64 - 14 = 50$ volts, $L = \frac{50}{K_3} d^{\frac{1}{2}} = 5,75\, d^{\frac{1}{2}}$.

(5) *Perte de chaleur exprimée en watts*, par unité de surface de la paroi, et par seconde :

$$p = \frac{\varepsilon I}{\pi d} = \frac{K_1 K_3}{\pi} = 51 \text{ watts.}$$

Le Tableau II donne les valeurs des diverses grandeurs mesurées directement ou calculées suivant les expressions (1), (2),...

Les chiffres que donne la mesure directe s'écartent peu de ceux fournis par le calcul, sauf pour ce qui concerne le $d = 1,1$ cm, pour lequel la différence en plus ou en moins suivant la grandeur considérée est assez importante. Il est à prévoir qu'au fur et à mesure que le diamètre augmentera, les valeurs trouvées s'écarteront de celles calculées avec des différences de sens inverse de celles correspondant au diamètre le plus faible.

C'est aussi le cas des conducteurs cylindriques solides sous enveloppe qui présentent des variations analogues. Cela tient sans doute à ce qu'on ne tient pas compte dans la formule qui détermine $I$ en fonction de $d$ de la vitesse de propagation de la chaleur à travers la masse du conducteur; cette vitesse n'étant pas infinie, il est certain qu'au fur et à mesure que le diamètre augmentera, l'intensité de circulation capable de maintenir constante la température des conducteurs sera de plus en plus inférieure à celle calculée; autrement dit, l'exposant $d$ dans la formule (1) n'est pas constant; il est aussi fonction du diamètre et ira en diminuant.

**Sur le triage des minéraux par l'électro-aimant.** — Note de MM. A. Chevallier et L. Vérain. — La méthode de triage mécanique des éléments ferrugineux des roches par l'électro-aimant a été imaginé par Fouqué.

Le courant d'intensité variable nécessaire à l'aimantation était fourni : soit par des piles Bunsen grand modèle disposées en séries parallèles; soit, lorsqu'on avait besoin d'une induction plus puissante, par une machine Gramme actionnée par un moteur à gaz; soit enfin, comme au laboratoire de Minéralogie de la Faculté des sciences de Nancy, par une petite dynamo mue à la main.

L'électro-aimant employé avait la forme classique en fer à cheval; chaque noyau portait à son extrémité une plaque rectangulaire de fer doux. Cette disposition, par suite de l'énorme trajet dans l'air imposé aux lignes de force, exige des courants magnétisants puissants pour produire à la surface inférieure des pièces polaires, seule utilisable, une induction capable de retenir les minéraux pauvres en fer tels que les micas.

De ce qui précède il résulte que jusqu'aujourd'hui la méthode de triage par l'électro-aimant n'avait pas donné, dans les laboratoires, les résultats pratiques qu'on était en droit d'attendre.

Afin de rendre le procédé aussi parfait que possible, nous avons apporté les deux modifications suivantes :

Tout d'abord nous avons donné au circuit magnétique de l'appareil une forme plus rationnelle. L'électro-aimant est placé horizontalement; la pièce polaire inférieure a été remplacée par un petit plateau circulaire en fer doux en regard duquel se trouve une pointe également en fer doux fixée à l'autre noyau. Le plateau a un diamètre de 0,04 m; la pointe est un petit tronc de cône terminé par une partie légèrement convexe de 0,05 m de diamètre; la plus courte distance d'entrefer est de 0,45 m, elle est suffisante pour qu'on puisse facilement présenter à la pointe des substances à attirer répandues en grains fins sur une feuille de papier; cette feuille de papier est supportée par la plate-forme circulaire et par une petite table en carton construite *ad hoc* et peut glisser entre les bobines de l'électro-aimant.

Ensuite, au lieu d'employer des piles ou des machines pour la production du courant électrique, il est beaucoup plus facile de se servir du courant fourni par les stations centrales et que l'on a à sa disposition dans tous les laboratoires. Entre les deux bornes d'une prise de courant, on a installé en série un rhéostat, un interrupteur, un ampèremètre sensible de 0 à 3 ampères, enfin la bobine de l'électro-aimant. Le rhéostat est constitué par une planchette sur laquelle sont disposées en parallèle 6 douilles de lampes à incandescence, dans lesquelles on peut placer des lampes de 5, 10, 16, 32, 50 bougies sous 220 volts, tension du réseau de Nancy. En les combinant diversement, on peut obtenir pour l'intensité une suite de valeurs assez rapprochées; pour resserrer les intervalles et pour permettre de réaliser des courants plus faibles que celui d'une lampe de 5 bougies, on peut remplacer une lampe par une série de 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 lampes placées sur une autre planchette. Un tel dispositif a l'avantage d'être moins coûteux que l'emploi de fils métalliques.

Une étude préliminaire a montré que la courbe de magnétisme du système présente une montée très rapide jusqu'à 1,5 ampère, et qu'à partir de 2 ampères, la montée est beaucoup plus lente. D'ailleurs il a été possible d'attirer, avec un courant de 1,80 ampère, les minéraux tels que le sphène et la pierre ponce, qui ne contiennent que des traces de fer.

L'installation est peu encombrante et toujours prête à fonctionner; la manœuvre peut se faire sans aide.

En faisant croître progressivement l'intensité du courant depuis les valeurs les plus faibles, on peut retirer d'une poudre minérale donnée autant de portions diversement magnétiques qu'on le veut. L'expérience a de plus montré qu'on est sûr, en employant la même intensité facile à obtenir et à vérifier par l'ampèremètre, d'attirer toujours des grains de même composition et de dimension sensiblement égale. Il est facile de dresser, pour un électro-aimant déterminé, un Tableau donnant les inductions et les courants qu'il faut employer pour attirer les différents minéraux ferrugineux contenus dans les roches. Ainsi, avec l'appareil qui vient d'être décrit, la sidérose, par exemple, est attirée par un courant de 0,17 ampère; le grenat, par 0,25 ampère; le péridot, par 0,47 ampère; la cordiérite, par 0,59 ampère; le mica blanc d'un granite des Vosges, qui ne contient que 1,50 pour 100 environ d'oxyde de fer, a besoin d'un courant de 0,95 ampère.

Nous avons cherché à déterminer synthétiquement la relation qui existe entre la teneur en fer d'un minéral et l'induction nécessaire pour l'attirer. L'expérience a été

Digitized by Google

faite en incorporant à une matière inerte fondue, la cire de Carnauba, du fer oligiste réduit en poudre impalpable. Le mélange, après refroidissement, était broyé, tamisé et enfin traité par l'électro-aimant. Pour chaque portion triée, le fer oligiste était débarrassé, par dissolution dans l'essence de térébenthine, de la cire qui l'entourait. Les différents résultats pointés sur une feuille de papier quadrillé montrent que la relation est représentée par une courbe régulière dont la forme est celle d'une hyperbole équilatère.

L'emploi constant dans un laboratoire d'une méthode de triage aussi pratique permet d'éviter les grandes pertes de temps nécessitées par les autres procédés magnétiques, tout en fournissant des résultats plus parfaits. L'analyse microscopique des fonds marins actuels, celle des fonds marins anciens, c'est-à-dire l'étude minéralogique des roches sédimentaires seront dorénavant facilitées et rendues plus précises. L'étude des roches cristallines y gagnera elle aussi, par suite de la possibilité de concentrer en quelque sorte les éléments accessoires disséminés dans la roche. L'analyse chimique des silicates deviendra plus rigoureuse; on pourra en effet purifier le minéral à étudier en enlevant les inclusions qu'il renferme presque toujours. Enfin on pourrait déterminer rapidement et sans analyse la teneur en fer approximative d'un minéral ou d'un minerai de fer en mesurant l'intensité du courant nécessaire pour l'attirer.

---

*Séance du 9 mars 1908.*

**Accroissement de sensibilité des révélateurs électrolytiques sous diverses influences.** — Note de M. Édouard Branly. — J'ai insisté, en 1891, sur des analogies, entre la conductibilité intermittente des radioconducteurs et les phénomènes électrolytiques et magnétiques; la forme des révélateurs électrolytiques permet aussi de les assimiler à des radioconducteurs : d'une part, par la couche gazeuse extrêmement mince qui sépare l'électrode du liquide; d'autre part, par la pointe très fine qui est exigée pour une sensibilité suffisante.

Ces aperçus m'ont conduit à rechercher sur un électrolytique l'action de circonstances qui influent sur le fonctionnement d'un radioconducteur. Le peu de précision des comparaisons téléphoniques ne m'a pas permis d'aller bien loin encore dans mon étude; toutefois, la récente communication de M. Abraham (1) m'engage à faire connaître quelques-uns de mes premiers résultats.

Ces résultats se rapportent à des accroissements de sensibilité d'un électrolytique par trois causes : élévation de température, agitation par translation mécanique, dégagement gazeux dans l'électrolyte.

Les expériences ont été faites dans mon laboratoire. Le transmetteur et le récepteur étaient distants de 30 m. environ en ligne droite; ils étaient installés dans deux salles séparées par quatre murs. L'étincelle de transmission émise entre les deux boules d'un excitateur, avait une longueur de 2 mm, elle était fournie par une petite bobine d'induction à rupteur animée par 4 volts; l'étincelle était renforcée par la liaison de l'une des boules de l'excitateur à une plaque de zinc de 1 m² de surface et par la réunion de l'autre boule à une antenne verticale de 2,50 m.

Le circuit récepteur comprenait un élément de pile, un électrolytique et un téléphone; une antenne de hauteur variable était annexée à ce circuit. La longueur de l'antenne réceptrice était raccourcie à volonté (de 2,50 m à 0), de façon à réduire s'il y avait lieu le son téléphonique avant l'accroissement, ce qui permettait d'apprécier plus aisément cet accroissement.

Par le jeu d'une roue interruptrice mise en mouvement par un moteur et entaillée sur son pourtour de dents larges ou étroites et convenablement espacées, les étincelles se succédaient au poste de transmission de manière à composer, suivant l'alphabet Morse, automatiquement et dans des conditions invariables, une phrase qui se répétait à chaque tour.

Diverses précautions étaient prises pour éviter des illusions auditives qui auraient pu être entraînées par l'attente d'un résultat prévu.

*Élévation de température.* — Les premiers essais remontent au mois de mai 1907; ils ont été faits avec des électrolytes à électrode positive de 1/100 de millimètre de diamètre, construits par M. Gendron; ils présentent une tubulure pour chacune des électrodes et une troisième tubulure centrale ouverte. Ils étaient traversés par le courant d'un accumulateur. On les chauffait dans un bain d'eau jusqu'à 80°. A 50°, le son téléphonique manifestait une augmentation déjà très appréciable; l'intensité continuait à croître, elle paraissait maximum vers 60° et décroissait légèrement jusqu'à 80°. Après plusieurs chauffages, les électrolytiques avaient perdu une grande partie de leur sensibilité. Repris après 6 mois, ils ont été trouvés de nouveau très sensibles.

En août et en octobre 1907, des accroissements de sensibilité par élévation de température ont été constatés de même très nettement et constamment, avec des électrolytiques du modèle de M. le capitaine Ferrié, à pointe positive de 1/100 de millimètre, fournis par divers constructeurs. Dans tous ces essais, l'intensité du son téléphonique augmentait dans une proportion qui était reconnue importante par l'observateur le moins exercé.

*Agitation par translation mécanique.* — En mai 1907, des modes d'agitation très variés ont été tentés avec des succès différents. J'ai trouvé que le mieux était de secouer l'électrolytique en masse. Je me suis arrêté au dispositif suivant. Un fort mouvement d'horlogerie déplace dans une glissière, rectilignement sur un parcours de 1 cm à 2 cm, un électrolytique fixé sur un chariot horizontal; il y a deux mouvements de va-et-vient par seconde. Le bruit du mécanisme est intercepté par un mur. Tantôt le mouvement d'horlogerie était déclenché par un aide; l'observateur signale alors à haute voix les accroissements perçus au téléphone; le renforcement débutait avec la mise en train. Tantôt l'opérateur déterminait lui-même le déclenchement de loin par un électro-aimant.

L'intensité du son téléphonique a toujours augmenté par l'agitation; l'augmentation dure tant que l'on continue l'agitation, elle s'accentue même, et, si l'agitation a été maintenue pendant quelques minutes, l'augmentation persiste pendant un temps assez long.

(1) *Comptes rendus*, séance du 24 février 1908.

Digitized by Google

*Dégagement gazeux.* — C'est en faisant barboter un gaz dans l'électrolyte que le renforcement le plus considérable a été obtenu. On a employé les électrolytiques à trois tubulures. Dans la tubulure centrale ouverte est engagé un tube fin qui amène le gaz au sein du liquide. J'ai expérimenté avec différents gaz contenus dans des réservoirs sous une pression de 4 atm à 5 atm; l'écoulement était réglé par un robinet à pointeau d'après la rapidité de la production des bulles gazeuses. L'accroissement du son téléphonique s'observe sans retard dès que l'écoulement du gaz commence. Il persiste souvent très longtemps après que le barbotage a cessé. Si, après avoir arrêté le dégagement du gaz, une diminution du son a eu lieu, un nouveau dégagement détermine un nouveau renforcement.

Le résultat est le même avec un dégagement gazeux produit en faisant pénétrer deux gros fils de platine dans l'électrolyte. On dirige par ces deux fils un courant électrique spécial qui décompose l'eau acidulée.

Les effets d'agitation s'observent plus nettement que les effets d'élévation de température, car, dans le cas de l'agitation, l'action est brusque et vive au lieu de croître progressivement et lentement; l'oreille n'a pas à faire appel au souvenir d'une impression antérieure. L'accroissement de sensibilité avait d'abord lieu avec le courant d'un accumulateur, la force électromotrice de la pile du circuit récepteur peut être diminuée jusqu'à la force électromotrice d'un élément Leclanché et même d'un élément Daniell.

Ces différents effets ont été constatés avec des électrolytiques dont la pointe positive avait 1/100, 1/50, 1/20 de millimètre de diamètre.

J'ajoute une observation que j'ai faite il y a longtemps déjà. L'intensité du son au téléphone, pour une transmission donnée, est très notablement accrue, indépendamment de toute élévation de température ou de toute agitation, quand on introduit dans le circuit récepteur deux électrolytiques en série au lieu d'un seul. On augmente en même temps la tension de la pile du circuit.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 1er avril 1908.*

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Iglesis sur une **Dynamo à tension constante.** M. Iglésis emploie une dynamo qui possède l'heureuse propriété de développer une tension constante, quelle que soit la vitesse que l'on imprime à son induit.

Pour arriver à ce résultat, M. Iglésis utilise le calage variable des balais et, pour le rendre automatique, il maintient les balais fixes en laissant les inducteurs se déplacer. La ligne neutre est entraînée avec eux et forme avec la ligne des balais un angle que M. Iglésis a cherché à rendre fonction de la vitesse.

Dans ce but, les inducteurs sont mobiles autour de l'axe de l'induit; dès que ce dernier est entraîné à la vitesse correspondant à l'amorçage, un couple prend naissance, et les inducteurs tendent à être entraînés dans le sens de la rotation, mais leur poids s'oppose à leur déplacement. Si la vitesse croît, le couple croît aussi jusqu'à ce que l'équilibre soit rompu; les inducteurs sont alors entraînés, et avec eux la ligne neutre. Ce phénomène provoque un abaissement de la tension, puisqu'il équivaut à un décalage des balais : aussi un nouvel état d'équilibre s'établit-il. Chaque fois qu'une augmentation de la vitesse angulaire de l'induit entraînera un accroissement de la tension, les inducteurs seront entraînés et ramèneront la tension à une valeur plus petite. La machine corrige ainsi elle-même très rapidement les écarts brusques de tension dus aux variations de vitesse de l'induit entraîné par le moteur ou l'essieu d'un véhicule automobile quelconque. En combinant cette dynamo avec une batterie d'accumulateurs, M. Iglésis a pu lui fournir une tension constante permettant d'alimenter les lampes et les phares de la voiture dans d'excellentes conditions. Un conjoncteur-disjoncteur formé d'un simple interrupteur que ferme le système inducteur dès qu'il se soulève, met la batterie en charge; il interrompt le courant de charge en cas d'arrêt, et cela très énergiquement sous l'effet du poids de la masse inductrice revenant brusquement à la position de repos. Ce procédé simple et élégant rendra certainement service aux automobilistes, surtout s'il est indéréglable et s'il ne réclame aucun soin.

A. S.

## BIBLIOGRAPHIE

**Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien**, par É. Hospitalier. — *Vingt-deuxième édition* (1908), par G. Roux, expert près le tribunal civil de la Seine, directeur du Bureau de contrôle des Installations électriques. 1 volume de 985 pages, cartonné toile, tranches rouges. — *Masson et Cie*, éditeurs. — Prix : 10 fr.

Le Formulaire de 1908 n'est plus seulement le *Formulaire de l'électricien*, mais il est devenu aussi le *Formulaire du mécanicien*. La nécessité, pour l'Électricien, de recourir à chaque instant à la mécanique pour l'élaboration de ses projets et l'exécution de ses travaux a conduit M. Hospitalier à adjoindre une partie mécanique à son *Formulaire de l'électricien* et il a réalisé cette addition d'une façon magistrale. La partie mécanique, malgré son aridité, a été conçue dans le même esprit d'exactitude, de clarté, de précision et de concision que la partie électrique. C'est ainsi que le Formulaire de 1908 comporte 11 parties, tandis que les éditions antérieures n'en avaient que 5.

Toutes les parties consacrées à la section électrique du Formulaire ont été mises à jour des données actuelles de l'Électrotechnie. Les tables usuelles ont été largement

Digitized by Google

enrichies, les parties consacrées aux mathématiques, à la mécanique, à la chaleur, à l'optique ont reçu d'importants développements. Enfin des parties nouvelles traitent, avec tous les détails nécessaires, des matériaux industriels, de la résistance des matériaux, des organes de machines. Le dernier chapitre est constitué par un recueil de toutes les lois, décrets et règlements concernant l'établissement et l'exploitation des distributions et des installations électriques, que l'ingénieur est appelé à consulter fréquemment et qu'il a généralement beaucoup de peine à se procurer. L'ouvrage se termine par une table analytique très détaillée et une table alphabétique des matières très complète qui ne comprennent pas moins de 94 pages et qui faciliteront beaucoup les recherches.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

384 295. — **Marido et Barton-Wright.** — *Matière pour consolider la matière active des accumulateurs électriques* (25 novembre 1907).

384 362. — **Windrath.** — *Système de commutateur* (26 novembre 1907).

384 475. — **Dumaine.** — *Pile électrique* (29 novembre 1907).

384 309. — **Société Almanna Svenska Elektriska.** — *Dispositif pour la transformation de courants électriques* (23 novembre 1907)

384 314. — **Blum.** — *Dispositif de connexion pour bougies d'allumage et autres appareils électriques* (23 novembre 1907).

384 356. — **Taylor.** — *Four électrique* (26 novembre 1907).

384 504. — **Driver.** — *Support pour filaments métalliques* (25 novembre 1907).

384 415. — **Eggers.** — *Procédé de fabrication des fils à incandescence* (27 novembre 1907).

384 414. — **Eggers.** — *Procédé pour fabriquer des fils à incandescence* (27 novembre 1907).).

384 420. — **Eggers.** — *Procédé pour fabriquer, fixer les fils à incandescence* (27 novembre 1907).

384 421. — **Eggers.** — *Fils à incandescence* (27 novembre 1907).

384 527. — **Jacobsen.** — *Dispositif de montage pour bureau central téléphonique* (29 novembre 1907).

384 536. — **Plisson.** — *Appareil téléphonique permettant à trois postes de communiquer entre eux* (29 novembre 1907).

384 617. — **Peri et Ducretet.** — *Dispositif pour la télégraphie sans fil* (5 décembre 1907).

384 501. — **Mietens et Trechinski.** — *Moteur à répulsion* (21 octobre 1907).

384 700. — **Société anonyme Le Carbone.** — *Mode d'attache des conducteurs de prise de courant* (5 décembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

**Sud-Électrique.** — *Assemblée générale ordinaire du 4 décembre* 1907. — Rapport du Conseil d'Administration. — Nous vous avons réunis en Assemblée générale ordinaire, conformément à l'article 30 de nos statuts, pour vous rendre compte des actes de notre administration et pour soumettre à votre approbation les comptes et le bilan arrêtés au 30 juin 1907.

L'exercice dont nous avons à vous entretenir a été surtout consacré à la réalisation progressive et méthodique du programme commercial, technique et financier que nous avons exposé dans notre dernier rapport.

Au point de vue commercial, tout en développant notre clientèle et nos installations dans les centres qui se trouvaient déjà en exploitation, nous avons incorporé à nos réseaux, soit en les obtenant directement des pouvoirs publics, soit en les reprenant à leurs détenteurs d'origine, un certain nombre de concessions nouvelles situées dans la zone que nous sommes appelés à desservir.

Nous avons ainsi recherché et obtenu les concessions de : Générac, Bernis, Lédignan, Boucoiran, Lézan, Vézenobres, etc.

Nous avons repris à M. Luc Court la concession de Courthezon; à l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, celles de Fontvieille, Fourques, Paradou et Maussane; à M. Soguel, les concessions de Barbentane et Rognonas; à la Société arlésienne d'Électricité, l'usine et le réseau d'Arles dans les conditions que nous vous avons indiquées.

Par suite des accords intervenus avec plusieurs concessionnaires de Tramways, d'Électricité ou de Gaz, nous avons pu nous assurer, en dehors de nos débouchés directs et à des conditions satisfaisantes, la vente d'une quantité importante d'énergie.

Enfin l'Exposition industrielle d'Avignon, à laquelle notre Société a largement participé, nous a fourni l'occasion de contribuer dans notre région, par des démonstrations appropriées, à la vulgarisation et au développement des différentes applications de l'énergie électrique.

Au point de vue technique, nous avons poursuivi la réfection et la transformation des installations dont nous avions effectué précédemment la reprise, et nous avons poussé aussi activement que nous l'ont permis les circonstances l'établissement des lignes et des réseaux neufs.

L'exécution de nos travaux s'est poursuivie dans des conditions satisfaisantes, et nous pouvons dès à présent vous indiquer que, malgré les difficultés inhérentes à une entreprise aussi complexe et aussi étendue que la nôtre, malgré les retards occasionnés par les terribles inondations qui viennent de se produire dans le midi de la France, nous comptons voir s'ouvrir, dès le commencement de l'année 1908, la période d'exploitation normale pour la première étape de notre programme correspondant à une population desservie de 270 000 habitants.

Les assemblées générales extraordinaires auxquelles vous avez pris part à l'issue de notre dernière assemblée générale ordinaire, nous ont fourni, par l'augmentation de capital de notre Société de 3 100 000 fr à 6 000 000 de fr, les ressources nécessaires pour faire face aux dépenses d'établissement afférentes à la première partie de notre réseau.

La réalisation complète de notre programme actuel comporte une dépense complémentaire d'établissement à laquelle il sera pourvu au moyen d'une émission de 6 000 000 de fr. d'obligations 5 pour 100 amortissables en 35 années, dont

Digitized by Google

votre Conseil a décidé la création en conformité de l'article 25 des statuts et qui sont dès à présent en voie de placement.

Nous avons suivi tout spécialement la marche de la Société nimoise d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité et de la Société avignonnaise d'Électricité dans lesquelles notre Société possède un intérêt dont vous connaissez l'importance.

L'exploitation de la Société nimoise se poursuit dans des conditions très favorables et son dernier exercice, qui s'est clos le 31 décembre dernier, a donné des résultats satisfaisants qui ont permis de répartir un dividende de 5 pour 100 et de porter plus de 10 pour 100 du capital aux différentes réserves.

La reprise par la Société nimoise du secteur concurrent de la Compagnie nationale d'Électricité a été définitivement homologuée par le syndic de cette Compagnie et par le tribunal, et approuvée par le Conseil municipal de Nimes. La Société nimoise termine actuellement l'unification et la mise au point de l'ensemble des deux réseaux.

Afin de se procurer les ressources nécessaires à cet effet, et pour proportionner son importance sociale à son développement industriel, la Société Nimoise a porté son capital à 1 000 000 de fr par une augmentation de 400 000 fr, qui a été intégralement souscrite par notre Société.

La Société avignonnaise d'Électricité est en pleine période d'organisation technique et de développement industriel, et ses ventes d'énergie sont en progression très notable.

D'autre part, nous avons pensé qu'en raison des rapports étroits qui doivent exister dans l'avenir entre notre Société et la Société des Forces motrices de la Vis, qui sera sur la rive droite du Rhône notre gros fournisseur d'énergie, il convenait de prendre dans cette Société un intérêt qui nous permette d'en suivre de près le développement.

La Société des Forces motrices de la Vis ayant décidé de porter son capital de 1 250 000 fr à 2 125 000 fr, nous avons pris la décision de nous intéresser dans cette augmentation de capital pour une fraction importante.

Dans leur rapport, MM. les Commissaires vous donneront des explications sur les différents chapitres du Bilan que nous soumettons à votre approbation.

Toutefois, nous devons vous signaler que, comme nous l'avons fait pour le précédent exercice, nous avons compris dans les dépenses de premier établissement : les frais généraux, le service d'intérêts et d'amortissement des obligations, ainsi que les frais de marche des usines, déduction faite des recettes réalisées.

Nous avons le regret de vous informer que M. T. Michel nous a exprimé son désir de renoncer aux fonctions d'administrateur qu'il exerçait depuis la constitution de notre Société et que ses occupations ne lui permettaient plus d'assumer. Nous avons dû nous rendre aux raisons qui nous ont été exposées par notre excellent collègue et accepter sa démission.

Cette démission s'étant produite dès les premiers mois de l'exercice, nous vous proposons de donner à M. T. Michel quitus de sa gestion d'administrateur.

D'autre part, usant de la faculté qui lui est réservée par l'article 18 des statuts, votre Conseil a cru devoir se compléter en nommant comme administrateurs, MM. André Postel-Vinay, vice-président du Conseil d'administration de la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen, et Jules Dreyfus-Brodsky, administrateur de la Banque suisse des Chemins de fer.

M. Postel-Vinay et M. Dreyfus-Brodsky nous apporteront le concours éclairé de leur profonde expérience des affaires et l'appui de leur autorité personnelle.

Nous sommes convaincus que vous approuverez leur nomination que nous soumettons à votre ratification.

Vous aurez ensuite à nommer des commissaires pour l'exercice en cours et à fixer leur rémunération.

Enfin, nous vous demandons, pour nous conformer à la loi du 24 juillet 1867, d'approuver d'une manière générale les opérations faites avec diverses Sociétés, dont les administrateurs sont membres de votre Conseil, et de renouveler, en tant que de besoin, cette autorisation.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Frais de constitution | | 69 794,35 fr. |
| Dépenses de premier établissement | | 240 106,87 |
| Concessions, usines et réseaux | | 5 295 794,28 |
| Dépenses d'installations | | 2 226 851,46 |
| Mobilier et outillage général | | 128 473,70 |
| Matériel en location | | 4 108,96 |
| Approvisionnements | | 608 198,91 |
| Portefeuille | | 796 502,00 |
| Obligations à la souche : | | |
| 500 obligations de 500 fr l'une | 150 000 | |
| A déduire : | | |
| 11 obligations annulées | 5 500 | |
| | | 144 500,00 |
| Disponibilités : | | |
| Caisses et banquiers | | 447 650,76 |
| Débiteurs divers | | 771 852,77 |
| Comptes d'ordre et divers | | 24 925,83 |
| Total de l'actif | | 8 758 697,89 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital : | | |
| 19500 actions de priorité de 250 fr chacune | | 4 875 000,00 fr. |
| 4500 actions ordinaires de 250 fr chacune | | 1 125 000,00 |
| Obligations : | | |
| 1000 obligations de 500 fr chacune | 500 000 | |
| A déduire : | | |
| 45 obligations amorties par tirages | 21 500 | |
| | | 478 500,00 |
| Réserve pour amortissement d'obligations | | 21 500,00 |
| Créanciers divers | | 2 258 697,89 |
| Total du passif | | 8 758 697,89 fr. |

Résolutions. — A la suite de la lecture du rapport qui précède et après délibération, l'Assemblée générale des actionnaires adopte les résolutions suivantes :

*Première résolution.* — L'Assemblée générale approuve dans toutes leurs parties le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, ainsi que les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1907, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés.

*Deuxième résolution.* — L'Assemblée générale donne à M. T. Michel quitus de sa gestion d'administrateur.

*Troisième résolution.* — L'Assemblée générale ratifie la nomination faite par le Conseil en vertu de l'article 17 des statuts, de MM. André Postel-Vinay et Jules Dreyfus-Brodsky, en qualité d'administrateurs, et décide que leurs pouvoirs expireront en même temps que ceux des administrateurs en exercice.

*Quatrième résolution.* — L'Assemblée générale décide qu'il y aura deux commissaires pouvant agir ensemble ou séparément pour le rapport à faire à la prochaine Assemblée générale ordinaire sur les comptes de l'exercice 1907-1908.

Elle nomme pour remplir ces fonctions, MM. Marcel Ballot et Noël Mutinot, et elle fixe à 500 fr la rémunération de chacun d'eux.

*Cinquième résolution.* — L'Assemblée générale, conformément aux termes de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, approuve d'une manière générale les opérations faites avec diverses Sociétés dont font partie des administrateurs du Sud-Électrique et renouvelle, en tant que de besoin, cette autorisation.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 644. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 393. 10 Mai 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Commission des distributions d'énergie électrique. — Contrôle des installations électriques. — La fabrication des filaments métalliques. — Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908). — Mesures approchées de la température et du rayonnement des lampes électriques à incandescence. — Résistance électrique des métaux à des températures très basses et très élevées . . . . . 195

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : L'Isle-Jourdain. Orlu. — *Étranger* : Grenade. Kembs. . . . . 196

PETITS TRANSFORMATEURS POUR LAMPES A INCANDESCENCE. **A. Bainville.** 197

ADAPTATION DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE AUX CHEMINS DE FER EN SUISSE. **F. Loppé** . . . . . 198

LES PROGRÈS DU SYSTÈME MÉTRIQUE. (*Suite et fin.*) **Ch.-Ed. Guillaume.** . . . . . 198

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du* 16 *mars* 1908 : Sur l'électrolyse des solutions d'acide chlorhydrique, par **Th. Guilloz.** — Quantité de rayons X absorbée et quantité transmise par les couches successives de tissus, par **H. Guilleminot.** . . . . . 205

*Séance du* 23 *mars* 1908 : Sur les gaz provenant des étincelles électriques, par **M. de Broglie.** — Sur les spectres d'absorption des cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique aux températures de liquéfaction et de solidification de l'hydrogène, par **J. Becquerel** et **K. Onnes.** . . . . . 206

*Séance du* 30 *mars* 1908 : Sur un phénomène applicable à des électrons positifs dans le spectre d'étincelle de l'yttrium, par **J. Becquerel.** . . . . . 207

DOCUMENTS OFFICIELS. — Décret d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique. . . . . 207

BREVETS D'INVENTION . . . . . 214

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Affaires nouvelles* : Société hydro-électrique de l'Eau-d'Olle. — *Assemblées générales* : Compagnie française des accumulateurs Union. — Société d'Électricité de Paris. . . . . 214

## INFORMATIONS

**Commission des distributions d'énergie électrique.** — Le Ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes vient de prendre l'arrêté suivant :

*Art.* 1er. — La Commission des distributions d'électricité fonctionnant au Ministère des travaux publics est supprimée.

*Art.* 2. — Il est institué au Ministère des travaux publics, une Commission des distributions d'énergie électrique.

*Art.* 3. — La Commission des distributions d'énergie électrique se divise en deux sections : une section administrative et une section technique.

Elle comprend des membres de droit et des membres nommés par arrêté, pour deux ans. Exceptionnellement, le premier renouvellement aura lieu le 1er janvier 1909. Les membres sortants peuvent être renommés.

*Art.* 4. — Sont membres de droit :

Le conseiller d'État, directeur des routes, de la navigation et des mines, le directeur des chemins de fer, le directeur du personnel et de la comptabilité, ou leurs délégués ; les représentants du Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes au Comité permanent d'électricité ; ces représentants sont nommés membres de la section technique.

*Art.* 5. — Sont nommés membres de la Commission :

MM. Maurice Lévy, inspecteur général des ponts et chaussées, président.

Henry, inspecteur général des ponts et chaussées, vice-président.

De Préaudeau, inspecteur général des ponts et chaussées, vice-président.

Monmerqué, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire.

Blondel, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, secrétaire-adjoint.

Ourson, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, secrétaire-adjoint rapporteur.

Oppenheim, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, secrétaire-adjoint rapporteur.

Schlumberger, ingénieur ordinaire des mines, secrétaire-adjoint rapporteur.

Maringer, directeur de l'administration départementale et communale au ministère de l'intérieur.

Jullien, inspecteur général des ponts et chaussées.

Salles, inspecteur général des ponts et chaussées.

Chabert, inspecteur général des ponts et chaussées.

Résal, inspecteur général des ponts et chaussées.

Luneau, directeur du contrôle du chemin de fer du Nord.

Henriot, ingénieur en chef des mines.

Ribière, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Walckenaër, ingénieur en chef des mines.

Zacon, inspecteur départemental du travail.



Digitized by Google

André Berthelot, membre du comité permanent d'électricité.
Cordier, membre du comité permanent d'électricité.
Brylinski, membre du comité permanent d'électricité.

*Art.* 6. — Les deux sections de la Commission auront les attributions suivantes et comprendront respectivement les membres ci-après désignés :

*Section administrative. — Permissions de voirie. — Concessions d'État. — Concessions communales. — Examen des projets d'exécution dans leurs rapports avec la voirie. — Frais de contrôle. — Redevances pour occupation du domaine public :*

MM. Henry, inspecteur général des ponts et chaussées, président.
Maringer, directeur de l'administration départementale et communale au Ministère de l'intérieur.
Jullien, inspecteur général des ponts et chaussées.
Salles, inspecteur général des ponts et chaussées.
Chabert, inspecteur général des ponts et chaussées.
Luneau, directeur du contrôle du réseau du Nord.

*Section technique. — Contrôle technique. — Construction et exploitation des distributions. — Examen des projets au point de vue électrique. — Surveillance du contrôle organisé par les municipalités :*

MM. De Préaudeau, inspecteur général des ponts et chaussées, président.
Résal, inspecteur général des ponts et chaussées.
Henriot, ingénieur en chef des mines.
Ribière, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Walckenaër, ingénieur en chef des mines.
Zacon, inspecteur départemental du travail.
André Berthelot, membre du comité permanent d'électricité.
Cordier, membre du comité permanent d'électricité.
Brylinski, membre du comité permanent d'électricité.

**Contrôle des installations électriques.** — Sont chargés du contrôle des distributions d'énergie électrique :

Département de la Savoie. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les sous-ingénieurs et conducteurs et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Renard, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Chambéry. — Agents du contrôle : Arrondissements de Chambéry-Ouest, Chambéry-Est et Saint-Jean-de-Maurienne : MM. Martinet et Damian, conducteurs des ponts et chaussées à Chambéry. Arrondissements de Moutiers et d'Albertville : M. Mougnie, conducteur des ponts et chaussées à Moutiers.

Département de l'Eure. — *Voirie.* — Ingénieur : l'ingénieur chargé de l'arrondissement unique du service ordinaire des ponts et chaussées. — Agents du contrôle : les sous-ingénieurs et conducteurs, et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieur : M. X..., ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Évreux. — Agents du contrôle : MM. Piliet, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Pont-Audemer, et Taillet, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Gisors.

Département de la Charente. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les sous-ingénieurs et conducteurs subdivisionnaires et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieurs : MM. Richard, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Angoulême, et Laclôtre, ingénieur auxiliaire des ponts et chaussées à Confolens. — Agents du contrôle : MM. Lusinier, conducteur des ponts et chaussées à Angoulême ; Lurand, conducteur des ponts et chaussées à Angoulême, et Longueteau, conducteur des ponts et chaussées à Cognac.

Département de l'Aude. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les sous-ingénieurs et conducteurs et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Reynès, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Carcassonne. — Agents du contrôle : MM. Ané, conducteur des ponts et chaussées à Lanouvelle, et Bousquet, conducteur des ponts et chaussées à Carcassonne.

Département de la Haute-Vienne. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les sous-ingénieurs et conducteurs, et les agents qui en remplissent officiellement les fonctions, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieurs : MM. Delage, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Limoges, et Hachon, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Limoges. — Agent du contrôle : M. Dufal, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Limoges.

Département du Morbihan. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les agents subdivisionnaires chargés du même service, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique* — Ingénieur : M. Bénézit, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Vannes. — Agent du contrôle : M. Dufaux, inspecteur des postes et des télégraphes à Vannes.

Département de la Creuse. — *Voirie.* — Ingénieur : l'ingénieur chargé de l'arrondissement unique du service ordinaire du département de la Creuse. — Agents du contrôle : les agents subdivisionnaires chargés du service de la voirie dans la limite de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieur : M. Bariat, ingénieur auxiliaire des ponts et chaussées à Guéret. — Agent du contrôle : M. Carel, inspecteur des télégraphes à Guéret.

Département de la Charente-Inférieure. — *Voirie.* — Ingénieurs : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs. — Agents du contrôle : les agents subdivisionnaires chargés du même service, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

*Exploitation technique.* — Ingénieurs : M. Lombard, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à la Rochelle (arrondissement de la Rochelle) ; M. Lutton, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Rochefort (arr. de Rochefort, Saint-Jean-d'Angely, Saintes, Jonzac et Marennes). — Agents du contrôle : M. Rougeron, conducteur des ponts et chaussées à la Palice (arr. de la Rochelle) ; M. Laurent, conducteur des ponts et chaussées à Rochefort (arr. de Rochefort et Saint-Jean-d'Angely) ; M. Bernard, conducteur des ponts et chaussées à Saintes (arr. de Saintes, Jonzac et Marennes).

**La fabrication des filaments métalliques.** — Tout récemment MM. Clayton et Sharp ont fait une très intéressante communication devant l'*American Electrochemical Society*, dans laquelle ils ont décrit les différentes méthodes employées pour obtenir des filaments de tungstène, nous ne pouvons mieux faire que d'en donner ici un résumé d'après l'*Electrical Engineering* du 16 avril 1908.

On sait qu'il est extrêmement difficile d'étirer le tungstène.

Digitized by Google

ce métal étant très peu ductile, il est de plus facilement oxydable et se combine assez vite au charbon.

Pour arriver à obtenir des filaments de tungstène on a été conduit à agglomérer de la poudre de ce métal en l'alliant à un agglutinant, mais il faut pour cela avoir le métal en poudre excessivement fine.

Parmi les procédés employés, rappelons celui de Kuzel décrit ici même (voy. *L'Industrie électrique* du 10 décembre 1906, n° 359, p. 550) qui consiste à obtenir une solution colloïdale de tungstène en faisant jaillir au fond de l'eau des arcs entre des électrodes de ce métal ; il se produit un arrachement de particules métalliques qui sont projetées dans le liquide dans un état d'extrême division. On concentre la liqueur qui devient sirupeuse et on fait écouler ce sirop à travers des filières très fines. Le filament desséché ainsi obtenu est ensuite maintenu au rouge par le courant dans une atmosphère exempte d'oxygène.

Le procédé Welsbach au contraire utilise un liant formé d'une matière organique; la pâte de tungstène et de ce corps est passée à travers une filière puis chauffée dans une atmosphère contenant de l'oxygène pour brûler le charbon de la matière organique et en même temps assez d'hydrogène pour réduire le tungstène qui pourrait avoir été oxydé.

Le mode de préparation des lampes Just-Hanaman consiste à prendre un filament très fin de charbon que l'on chauffe dans une atmosphère de chlorure de tungstène et d'hydrogène. Il en résulte un dépôt de tungstène sur le filament et à la longue une substitution du tungstène au charbon. Le charbon peut ensuite être complètement enlevé par un procédé analogue au précédent.

Enfin le procédé « Z » utilise soit un support en collodion filé que l'on brûle ensuite, soit simplement un support en paraffine que l'on fait disparaître en le chauffant une fois qu'il est recouvert de tungstène; on peut aussi faire usage d'alliages métalliques fusibles que l'on détruit ensuite par simple échauffement. Les détails de tous ces procédés sont tenus cachés par leurs promoteurs mais ces quelques lignes donnent déjà un aperçu des moyens employés. A. S.

**Exposition internationale des applications de l'électricité (Marseille, 1908).** — Relevé des nouveaux exposants ayant donné leur adhésion à ce jour (voy. n° 390, du 25 mars; n° 391 du 10 avril, et n° 392, du 25 avril) :

Alliot et Roll, Paris.
Aluminothermie (Société), Delachaux, administrateur, Paris.
Ateliers Terrin, Marseille.
Avtsine et Cie, Paris.
Baudon de Mony, Paris.
Baumann (W.), Paris.
Bigenne-Lamotte (Louis), Paris.
Bertolus (Charles), Saint-Étienne.
Bertram (Louis), Marseille.
Boulte, Larbodière et Cie, Paris.
Cadiot et Cie, Paris.
Charbonnages des B. D. R. (Société des), Marseille.
Cointel, Marseille.
Comptoir d'Électricité, Paris.
Condensateurs électriques (système Moscicki), G. Conti, concessionnaire, Paris.
Conduites d'eau (Compagnie générale des), Paris.
Constructions électriques (Société des), Lyon.
Constructions mécaniques (Société alsacienne de), Belfort.
Couf Brothers et Co Limited, Marseille.
Éclisses électromécaniques sans boulons (Société anonyme des), Paris.
Éclairage électrique (Société de l'), Paris.
École centrale des Arts et Manufactures, Paris.
Électricité (Compagnie internationale d'), Liège.
Électro-métallurgique (Société d'). Procédés Paul Girod, Ugine.
Énergie électro-mécanique, Suresnes.
Ferranti Limited, Hollmivood, Lancashire (Angleterre).
Fonderies et Ateliers de la Courneuve, Marseille.
Forges de Fier (Société des), Annecy.
Forces motrices du Haut-Grésivaudan (Société des), Grenoble.
Gubler et Cie, Paris.
Heinrich Tram et fils, Hambourg.
Hervieu, Paris.
Honnorat (Paul), Marseille.
Haritsch (Alphonse), Berlin.
Hydro-Électrique de Fures, Morges et de Vizille (Société), Grenoble.
Institut Salus Zurich, Zurich.
Machines-Outils (Société française des), Paris.
Mercèdes Salvet, Marseille.
Millou (A.), constructeur, Marseille.
Mommens (Vve H.), Paris.
Mongin fils (Jules), Marseille.
Montarges frères (Michel et Jean), Marseille.
Oerlikon et Cie (Société française), Marseille.
Ortoni (J.-E.), Marseille.
Paige et Cie, Berlin.
Péri (Joseph), Marseille.
Piffre (Abel), Paris.
Pohnert (E. M.), Dresde.
Porzellanfabrik Hermsdorf S. A., Klosterlausnitz.
Potron (Émile), Paris.
Poulet et Tayart, Aubervilliers.
Produits azotés (Société française des), Paris.
Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, Salindres.
Rey et Tramblay (Montpellier).
Richard (Jules), Paris.
Service électrique municipal, Grenoble.
Signaux électriques pour chemins de fer (Compagnie de), Paris.
Sloan et Cie, Paris.
Soiron (J.-B.), Marseille.
Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux (Compagnie française des), Bordeaux.
Tramways de Nice et du Littoral (Compagnie des), Nice.
Vehautard et Christensen, Paris.

**Mesures approchées de la température et du rayonnement des lampes électriques à incandescence.** — Waidner et Burgess ont recherché si le rendement lumineux élevé des dernières lampes à incandescence à filament métallique dépend d'une plus haute température ou d'un plus fort rayonnement du fil incandescent. — Les expériences ont été faites à l'aide du pyromètre optique de Holborn et Kurlbaum. Dans le tableau ci-dessous se trouvent les températures normales d'incandescence des fils des lampes.

| NATURE DES LAMPES. | CONSOMMATION SPÉCIFIQUE EFFECTIVE EN W PAR BOUGIE (HORIZONTALE). | TENSION AUX BORNES DE LA LAMPE EN VOLTS. | TEMPÉRATURE DU CORPS NOIR DANS LA RÉGION $\lambda = 0{,}64\,\mu$ EN DEGRÉS C. | TEMPÉRATURE VRAIE DU FIL INCANDESCENT (VALEUR APPROCHÉE). |
|---|---|---|---|---|
| Lampe à filament de charbon. . . | 4,0 | 50 | 1710 | 1800 |
| — . . | 3,5 | 118 | 1760 | 1850 |
| — . . | 3,1 | 118 | 1860 | 1950 |
| Lampe Tantale. . | 2,0 | 110 | 1865 | 2000 |
| Lampe Wolfram . | 1,0 | 100 | 2135 | 2300 |

Le rendement lumineux d'une lampe à incandescence dépend en première ligne de la température du fil incandescent. Pour la même température du fil, le rendement lumineux dépend de la valeur du rayonnement. Pour le

Digitized by Google

rayonnement, les filaments de charbon se rapprochent le plus du « corps noir » ; ils devraient donc posséder, à la même température, un rendement lumineux plus élevé que celui de tous les autres fils, mais comme leur rayonnement calorifique est également plus grand, leur rendement lumineux reste inférieur à celui des nouvelles lampes à filament métallique. Le platine présente un très grand rayonnement dans la partie visible du spectre; les lampes au platine devraient donc présenter un rendement lumineux supérieur à celui des autres lampes à filaments métalliques, mais le platine ne supporte pas les hautes températures nécessaires. Le tantale possède un plus fort rayonnement que le wolfram dans la partie visible du spectre, pour une même température du fil. Si le fil de tantale pouvait supporter une température aussi élevée que le fil de wolfram, la lampe tantale pourrait donner un meilleur rendement lumineux que la lampe wolfram. Le rendement lumineux plus élevé de la lampe wolfram comparé à celui de la lampe tantale se trouve facilement expliqué par l'examen du tableau ci-dessus, si on tient compte que la puissance lumineuse du filament à la température normale d'incandescence croît comme la 12e puissance de la température, tandis que la consommation effective croît comme la 4e à 5e puissance seulement de la température, cela d'après la constitution des couches supérieures du fil incandescent.

Le point de fusion du wolfram est évalué à 5200°.

P. R.

**Résistance électrique des métaux à des températures très basses et très élevées.** — Ainsi que le publie la *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, du 11 janvier, M. C. Nicolaï a publié dans les *Atti della Academia dei Lincei*, les résultats suivants, d'essais qu'il a entrepris.

Pour l'argent les essais ont été entrepris à des températures variant de — 180° à + 400°,2; la courbe donnant la résistivité en fonction de la température, présente une légère concavité du côté de l'axe des températures. La résistivité en unités électromagnétiques absolues est à — 180° de 417 unités, à + 12° de 1,576 et à + 400°,2 de 5,800.

M. Nicolaï a également entrepris un grand nombre d'essais sur d'autres métaux, la table suivante donne les résultats les plus caractéristiques de ces essais. F. L.

| TEMPÉRATURE EN DEGRÉS C. | ALUMINIUM. | ARGENT. | FER. | MAGNÉSIUM. | NICKEL. | OR. | PLOMB. | PLATINE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 400 | 7.991 | 5.772 | 45,545 | 11,895 | 57.257 | 5.818 | » | 25.985 |
| 300 | 6,559 | 5.240 | 32.781 | 9.556 | 42.720 | 4.855 | 48,952 | 22.490 |
| 200 | 5,172 | 2.676 | 25,928 | 7.576 | 50.464 | 3.956 | 58.047 | 18,885 |
| 100 | 3,858 | 2.097 | 16.650 | 5.915 | 20.207 | 3.102 | 27.844 | 15.102 |
| 20 | 2.925 | 1,685 | 12.063 | 4.700 | 15.808 | 2.462 | 22.047 | 12.182 |
| 0 | 2.618 | 1.505 | 10,681 | 4.512 | 12.005 | 2.245 | 19.805 | 11.195 |
| — 25 | 2.521 | 1.550 | 9,508 | 3.894 | 10.257 | 2,029 | 17.958 | 10,254 |
| —100 | 1.558 | 0.916 | 5.929 | 2.615 | 6.049 | 1.040 | 12.610 | 7.212 |
| —180 | 0.641 | 0.419 | 2.655 | 1,275 | 2.186 | 0,688 | 6.648 | 3.580 |

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**L'Isle-Jourdain (Vienne).** — *Captation de chutes d'eau.* — Il paraît que l'on procède depuis quelque temps à des études de captation de l'énergie que pourrait fournir la Vienne depuis le moulin de Vareilles, près d'Aveille, jusqu'à l'Isle-Jourdain, sur 12 km de distance. Si l'on en croit les propos dont ces études sont l'objet, la chute d'eau totale qui pourrait être obtenue serait de 20 m répartie en trois barrages situés l'un à Brébail, l'autre à Salles, et le troisième à l'Isle-Jourdain. Cette houille blanche serait transformée en énergie électrique et pourrait être distribuée aux usines situées dans un rayon de 50 km.

**Orlu (Ariège).** — *Distribution d'énergie électrique.* — La Société pyrénéenne, propriétaire de la puissante usine d'Orlu, va faire poser les pylônes qui doivent supporter les câbles transmetteurs, sur le parcours de la ligne, depuis Orlu jusqu'à Toulouse, avec embranchement et prolongation sur Mazamet (Tarn). Cette ligne, la plus longue qui existe, aura 250 km. Elle distribuera la force motrice et la lumière électrique dans toutes les villes et villages qu'elle traversera. La tension utilisée sera de 50 000 volts.

La pose des pylônes et des câbles sera commencée prochainement. Trois équipes importantes entameront le travail sur trois points différents, vers Venerque-le-Vernet, Pamiers et Tarascon.

Le point d'embranchement de la ligne de Mazamet n'est pas encore définitivement arrêté. On pense généralement qu'il sera fixé entre Pamiers et Saverdun, peut-être à l'une ou l'autre de ces deux villes.

Cette grande entreprise va être menée avec la plus grande activité et sera terminée, dit-on, avant un an. L'usine d'Orlu sera en mesure alors de distribuer, sur ce parcours de 250 km, la force motrice et l'éclairage qui permettront d'édifier de nombreuses usines et d'ouvrir à l'industrie cette belle contrée. L'Ariège et les hauts cantons, en particulier, pourront donc connaître une période d'activité et de prospérité auxquelles ils n'étaient malheureusement pas habitués jusqu'ici.

### ÉTRANGER

**Grenade (Espagne).** — *Tramway à crémaillère.* — On a inauguré le 22 décembre dernier le tramway à crémaillère de l'Alhambra de Grenade.

Ce tramway est à traction électrique; il est muni de trois freins, l'un électrique, l'autre électro-magnétique et le troisième ordinaire. Les deux premiers freins sont utilisés pour les arrêts qui doivent s'effectuer dans les parties en pentes rapides; le frein ordinaire est employé pour les arrêts normaux. Les voitures sont actionnées par deux moteurs de 40 kw chacun.

La ligne qui, dans la partie de simple adhérence, suit une route très accidentée, avec des courbes de rayon très court, rencontre au commencement de la crémaillère des pentes de 6 pour 100 qui s'accentuent jusqu'à 15 pour 100 au point terminus.

**Kembs (Alsace-Lorraine).** — *Station centrale.* — Le projet d'établir une usine électrique à Kembs, dans l'arrondissement de Mulhouse, semble être en voie de se réaliser prochainement. Une importante réunion a eu lieu à Mulhouse, sous la présidence du préfet de la Haute-Alsace, pour discuter cette vaste entreprise. De nombreux industriels assistaient à cette réunion, de même que le représentant d'un groupe financier berlinois qui se chargera de réunir les capitaux nécessaires. On attend encore la décision de la commission de navigation du Rhin pour commencer les travaux.

Il s'agit d'établir un canal parallèle au Rhin qui fournirait la force motrice nécessaire pour alimenter d'électricité toutes les usines de Mulhouse et des environs. Le canal aurait une largeur de 60 m et la chute d'eau prévue aurait une hauteur de 7 m, permettant de mettre en action de puissantes turbines. Peut-être ce canal sera-t-il prolongé jusqu'à Brisach et continué sur la rive badoise. Les dépenses prévues s'élèveront à 50 ou 75 millions. A. S.

Digitized by Google

## PETITS TRANSFORMATEURS

POUR

# LAMPES A INCANDESCENCE

Les constructeurs électriciens anglais semblent se préoccuper, en ce moment, de l'utilisation possible des lampes à incandescence à filaments métalliques sur les réseaux à 220 v, qui, comme on sait, sont beaucoup plus nombreux et importants qu'en France. A cet effet, ils proposent différents modèles de transformateurs-réducteurs de tension, dont nous trouvons la description dans les journaux techniques anglais.

Nous sommes les premiers à approuver cette idée excellente, tant au point de vue du développement de l'éclairage électrique sur ces réseaux, que de la meilleure utilisation des lampes à filaments métalliques d'une façon générale.

Nous nous permettrons, toutefois, de faire remarquer que des appareils absolument identiques à ceux qu'on nous présente aujourd'hui ont été imaginés en France, il y a plusieurs années, et que des applications de ces appareils figuraient à l'Exposition universelle de 1900.

M. Weissman, utilisant une remarque que M. A. Blondel et moi avions faite sur le fonctionnement des lampes à incandescence de puissance lumineuse courante à basse tension (1), était parvenu, par l'emploi de lampes à filament de carbone de 18 à 20 v, montées sur transformateurs, à réaliser des économies très notables sur la dépense d'énergie électrique pour un éclairage donné. Les lampes de 10 et 16 bougies employées par M. Weissman consommaient environ 2 watts par bougie et fournissaient une vie utile de 200 heures environ, conditions qui ne pouvaient être réalisées par les lampes de 110 v ordinaires.

Il était à prévoir que les lampes à filaments métalliques à basse tension présenteraient des propriétés analogues : les essais effectués sur des lampes de ce type ont confirmé ces prévisions et on a reconnu que, non seulement la consommation de ces lampes était plus faible (0,8 à 1 watt par bougie), mais que leur vie utile était plus longue. Si l'on remarque que la lampe de basse tension, 20 v, par exemple, peut, avec les matériaux actuels, être établie à filament unique pour des puissances lumineuses de 10 et 16 bougies; que la fabrication d'une telle lampe est beaucoup plus facile et, par conséquent, de prix plus bas; on voit que l'emploi du transformateur-réducteur de tension permet à la lampe à filament métallique de triompher des critiques qui lui sont faites sous sa forme actuelle, savoir : sa fragilité, sa grande puissance lumineuse, son prix élevé. S'il est difficile de faire admettre au consommateur l'économie de consommation par unité lumineuse, il ne restera pas insensible à celle que lui révélera le compteur; mais il faut pour cela que la puissance lumineuse des lampes nouvelles soit sensiblement celle des anciennes. On ne saurait trop insister sur ce point, non seulement parce qu'il n'est souvent ni utile, ni même désirable d'augmenter la puissance lumineuse, mais aussi parce que la grande divisibilité de la lumière constitue une des supériorités de l'éclairage électrique sur l'éclairage au gaz.

Ces multiples raisons démontrent surabondamment que, quant à présent tout au moins, le transformateur est indiqué dans tous les cas, et nous ne saurions trop engager les fabricants de lampes à abandonner la recherche de la lampe de 220 v, qui est irréalisable sous faibles intensités lumineuses, pour étudier une bonne lampe à filament unique de 10 à 16 bougies. C'est d'ailleurs ce que nous disions déjà dès l'apparition de la lampe à filament de tungstène (1).

La seule objection que l'on puisse faire à l'emploi d'un transformateur bien étudié, c'est l'immobilisation de capital qu'il représente; cette immobilisation varie suivant le nombre de lampes alimentées par un transformateur; mais, même dans le cas extrême où chaque lampe a son transformateur, cette solution reste intéressante.

Le transformateur adopté par M. Weissman est du type cuirassé. Pour toutes les puissances, les dimensions en longueur et largeur restent identiques, 10 sur 10 cm; seule l'épaisseur augmente avec la puissance qui varie ainsi de 6 à 300 watts. Il n'y a qu'un seul enroulement; mais le bobinage des dérivations, qui donnent toutes uniformément 22 v, est fait en fil de diamètre approprié au débit qu'on peut demander à ces dérivations; ainsi, si le transformateur ne doit desservir qu'une lampe ou un seul groupe de lampes, il n'y a que la portion de l'enroulement correspondant à la dérivation de 22 v qui soit faite en gros fil, le reste du bobinage est en fil fin; si, au contraire, on doit prendre cinq dérivations sur le transformateur, tout le bobinage est utilisé pour les dérivations. Ainsi, suivant les cas, l'appareil est employé comme auto-transformateur ou comme transformateur-compensateur. Le rendement de ces transformateurs, qui est de 90 pour 100 pour la puissance de 16 watts, s'élève à 97 pour le type de 300 watts; il est nécessairement supérieur quand on emploie le montage en transformateur-compensateur.

Les modèles de transformateurs créés par les constructeurs anglais se rapprochent beaucoup de ce type.

Comme exemple des rendements de différents types, nous citerons, d'après notre confrère l'*Electrical Engineering* : « un modèle de 50 watts, 50 périodes : s, 100 à 50 v qui, employé comme auto-transformateur, a un un rendement de 98,66 pour 100. Un autre type de 800 watts, 50 périodes, 200 à 100 v, a une perte dans le fer de 12,5 watts et un rendement de 97 pour 100; avec deux circuits, un à la charge de 400 watts, l'autre de

(1) Voy. Procès-verbaux du *Congrès international d'Électricité* de 1900.

(1) Voy. *Bull. de la Soc. intern. des Électriciens*, t. VII, 2e sér., p. 121.



Digitized by Google

1200 watts, le rendement atteint 98,45 pour 100: si les deux circuits ont la même charge de 800 watts, on obtient un rendement de 99,2 pour 100. A plus haute fréquence, le rendement s'améliore encore légèrement. »

Certains constructeurs ont établi un très grand nombre de types différents comme fréquence, puissance et coefficient de transformation (1).

Les conditions à réaliser par ces petits appareils parviendront à unifier leur construction dès que leur usage se répandra quelque peu. Ils doivent être peu coûteux, peu encombrants, tout en étant d'une construction soignée, pour que leur rendement reste bon. Le type établi par M. Weissman semble répondre à ces desiderata : tous les modèles sont construits avec les mêmes dimensions de tôles dont, comme nous l'avons dit, on varie seulement le nombre, tous les autres éléments restant identiques.

Nous donnerons ici, à titre d'exemple, les résultats obtenus par l'emploi de ces derniers appareils dans des installations existantes où ils ont permis de substituer à la lampe ordinaire à filament de carbone à 110 v, la lampe économique à filament métallique de même puissance lumineuse fonctionnant à la tension de 22 v.

Dans un cas relatif à une installation en locaux sombres où les lampes fonctionnent, par suite, d'une façon à peu près continue, la consommation, qui était de 1400 kw-h, est tombée, depuis l'introduction des économiseurs, à 500 kw-h environ, soit une économie de 60 pour 100.

Dans une autre installation, l'économie réalisée s'élève à 65 pour 100, la consommation s'étant abaissée de 1000 à 350 kw-h. En admettant même que ces chiffres ne soient pas absolument corrects, puisque les comparaisons dont ils résultent ne portent que sur des durées d'éclairage de 1 à 2 mois; il est néanmoins hors de doute que l'économie réalisée ne soit énorme et très probablement supérieure à 50 pour 100, quand on comparera entre elles les dépenses d'éclairage d'une année dans l'ancien et le nouveau système.

On voit, par cet exposé, l'intérêt considérable qui s'attache à l'emploi du transformateur et le développement de l'éclairage électrique que l'on peut en attendre. Dans de nombreuses applications, une lampe de 20 bougies, par exemple, pourra remplacer un bec de gaz à manchon. Or cette lampe de 20 bougies, à la tension de 20 v, consommera environ 18 watts-heure, soit 1,26 centime avec le prix actuel de l'énergie, tandis que le bec de gaz consommant 70 litres à l'heure coûte 1,40 centime.

A. Bainville.

(1) Notre confrère *The Electrical Review* de Londres donne dans son numéro 1575, du 31 janvier dernier, le calcul complet de petits transformateurs de ce genre permettant d'employer des lampes Osram de 10 et 16 bougies. On sait que ces lampes n'ont pu encore être obtenues pour les tensions de 100 ou 110 volts, et à plus forte raison pour 220 volts, tandis qu'à l'aide d'un auto-transformateur on peut disposer de tensions beaucoup plus favorables à l'emploi des nouveaux filaments. Ainsi que le montre notre confrère, c'est surtout dans le choix des tôles du transformateur que l'on doit se montrer sévère, car c'est en somme de leurs qualités magnétiques que dépend la solution économique de la question.

## ADAPTATION DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE

### AUX CHEMINS DE FER EN SUISSE

M. le professeur D. Wyssling a fait dernièrement, à Lucerne, à l'assemblée générale de l'Union des centrales suisses d'électricité, l'exposé des travaux de la Commission officielle chargée d'étudier l'électrification des chemins de fer suisses, et il a donné les renseignements suivants :

La Commission n'a pas encore achevé ses travaux; en effet, il est très difficile de trouver des collaborateurs ayant les qualités requises.

C'est surtout la sous-commission n° 2 qui a travaillé; elle a étudié 22 systèmes de chemins de fer typiques, actuellement existants. Le mémoire qu'elle a remis donne une idée de ce qui a été accompli jusqu'à présent. En se basant sur cette enquête, les sous-commissaires ont discuté sur la valeur respective des systèmes, mais ce n'est que lorsque les travaux seront achevés que l'on pourra songer à des publications suivies.

Entre autres, il résulte des raisons d'ordre général, et on a prouvé par des calculs que, en pratique, la *récupération* de l'énergie est très difficile à réaliser sur les pentes. On se heurte à des difficultés techniques au point de vue de la sécurité, et le travail obtenu est si minime relativement aux pertes inévitables, qu'*en général* on peut le considérer comme quantité négligeable. C'est pourquoi on n'en a pas tenu compte dans la critique et l'appréciation des systèmes.

Des mémoires spéciaux ont pour sujet l'influence des variations de charge et les différents moyens d'établir des dispositifs-tampons. Relativement à ce dernier point, on a pu constater que l'eau accumulée ne constitue pas un tampon aussi parfait qu'on l'avait cru jusqu'ici. Il ne faut pas perdre de vue que l'action du tampon, toute momentanée qu'elle est, nécessite cependant la marche continuelle de toutes les machines, de telle sorte que cette consommation continuelle du travail à vide des turbines, fait que le rendement d'un tel dispositif-tampon est très réduit. Dans certains cas, l'emploi de ce dispositif pourra être indiqué; cependant, sa valeur économique est encore diminuée par le fait que si l'accumulateur est établi près de l'usine génératrice, toutes les installations du transport d'énergie devront être calculées pour la consommation maximum. Il s'en suit que l'accumulation électrique aux points de consommation jouera probablement un plus grand rôle qu'on ne l'avait pensé lorsque l'on n'envisageait que l'utilisation de l'énergie hydraulique. Par contre, dans des cas spéciaux, il sera possible d'établir le dispositif-tampon aux points d'alimentation par l'accumulation hydraulique secondaire.

Un autre mémoire traite des lignes de prise de courant. On a constaté que les sympathies de beaucoup d'ingénieurs des chemins de fer sont pour le troisième

Digitized by Google

rail plutôt que pour une ligne aérienne, en raison de la plus grande solidité mécanique de ce mode de prise de courant. De plus, on a reconnu l'excellence des systèmes américains de prise de courant par le troisième rail; il est prouvé que le troisième rail possède le plus d'endurance. Mais, chez nous, il faut opposer aux avantages techniques de ce système des inconvénients d'ordre économique, c'est pourquoi nous préférons la prise de courant aérienne. Entre autres avantages, il y a les frais d'installation moins élevés et le fait qu'avec ce dernier système on n'est pas limité quant à la tension maximum.

Après une discussion suivie, on est parvenu à déterminer les limites de tension entre lesquelles les différents systèmes présentent aujourd'hui toute sécurité de service. On se servira de ces limites lorsque l'on établira le calcul des frais. On a fixé, pour les différents systèmes, les limites suivantes compatibles avec la sécurité du service : pour le courant continu avec troisième rail, 800 v; pour le courant continu avec ligne aérienne, 3000 v; pour le courant triphasé, 5000 v; pour le courant alternatif simple, 15 000 v. La tension de 3000 v pour le courant continu s'entend de façon que les moteurs reçoivent 1500 v par collecteur.

Un des mémoires principaux traite des perturbations dans les installations à courant faible et de la façon d'y remédier. On s'est beaucoup servi des essais et expériences faits sur la ligne de Seebach-Wettingen. L'opinion dominante dans la sous-commission est qu'avec la tension, la fréquence et le type de construction des moteurs qui ont été adoptés sur cette ligne, on ne peut remarquer aucune perturbation dans certaines installations à courant faible. Quant aux autres installations, on dispose de moyens peu coûteux propres à limiter les perturbations. La Commission espère pouvoir donner à ces questions une solution qui satisfasse les techniciens qui s'occupent des courants faibles. Des expériences ont été faites sur les perturbations dans le service des trains à traction électrique et sur leurs causes; les résultats obtenus ont été réunis en un mémoire qui est à peu près achevé.

Quant à celui qui a pour objet la fixation des frais d'entretien et de réparation, il ne pourra être transmis avant la fin de l'année.

La sous-commission n° 4 devait s'enquérir des limites de réglage de la vitesse dans les différents systèmes. C'est, en effet, un point capital pour le service des chemins de fer. Normalement, on prévoit pour certains endroits, certaines vitesses et certains poids de trains; mais il faut que, dans des cas exceptionnels, la vitesse restant la même, on puisse allonger les trains, ou que, l'effort de traction étant déterminé, on puisse obtenir plus de vitesse. Les différents systèmes de moteurs ont été étudiés à fond sous ce rapport. On doit aussi les considérer au point de vue de la répartition du travail; autrement dit, il faut savoir à quel point, dans un même train, plusieurs machines motrices se prêtent à un travail combiné; ensuite, au point de vue du rapport entre le poids et la puissance de l'engin moteur; de l'accumulateur, du démarrage, etc.... Un autre point de vue encore est le rapport du couple de démarrage au couple moyen: si l'on admet, dans les conditions où nous nous trouvons, qu'il est d'environ 2 à 2,5 pour 100, il ressort que tous les systèmes ne peuvent le fournir dans des conditions de poids également favorables. Actuellement, les moteurs à courant alternatif simple y sont aussi parvenus.

M. Wyssling ajoute qu'il donne ces indications seulement pour montrer combien il faut de recherches comparatives quand on ne se borne pas seulement à chercher une solution qui soit bonne, mais qu'on recherche la solution la plus économique. Dans l'état de ses travaux, la Commission ne peut encore désigner aucun système; on ne pourra résoudre cette question qu'en établissant les prix de revient.

Quant à présent, les travaux de la sous-commission n° 2 sont assez avancés pour que ceux de la sous-commission chargée du calcul des frais ait pu commencer. Le résultat acquis est que l'on sait quels sont les systèmes devant être pris en considération et dans quelles limites. On n'est pas encore d'accord sur la fréquence à admettre pour le courant alternatif simple; elle sera comprise entre 25 et 15. Le choix dépendra également des frais que l'on calcule pour ces deux fréquences.

Quant à l'alimentation du réseau, on a admis que l'on éviterait une mise en parallèle proprement dite des usines génératrices. Là où ce sera possible, on établira des conduites de raccordement entre usines voisines, mais on ne les emploiera qu'en cas de perturbation. Une seconde ligne non sectionnée, à la tension du fil de prise, serait construite tout le long de la voie, et à cette ligne se raccorderait la ligne de travail, qui, elle, serait divisée en sections.

On est en train de calculer les frais pour la ligne du Saint-Gothard et une partie des chemins de fer fédéraux. On s'est mis d'accord pour adopter deux modes de calcul, l'un se basant sur le trafic actuel, l'autre sur un trafic de moitié supérieur à celui de 1904.

Une sous-commission devra encore étudier la répartition des usines sur les différents points où se trouvent des puissances hydrauliques, considérées comme utilisables.

M. le Dr Wyssling termine son rapport en assurant que la Commission aura fini complètement ses travaux vers le milieu de l'année 1908. F. Loppé.

## LES PROGRÈS DU SYSTÈME MÉTRIQUE

(*Suite et fin*[1].)

### LES LÉGISLATIONS

Une législation d'abord ignorante du Système métrique peut, en l'admettant, franchir trois étapes successives :

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 391, du 10 avril 1908, p. 147.

Digitized by Google

la déclaration de l'emploi facultatif, celle de l'usage obligatoire, enfin la définition précise des unités en fonction des étalons internationaux.

Dans l'intervalle des deux dernières réunions de la Conférence internationale, plusieurs législations ont subi, dans ce sens, d'importantes modifications qu'il convient de résumer brièvement.

*Danemark.* — Le royaume de Danemark, malgré sa culture avancée, n'avait encore adopté aucune législation autorisant l'emploi du Système métrique, sauf pour les usages médicaux et le commerce des matières précieuses, pour lesquels il avait été rendu obligatoire par des lois de 1857 et de 1875. Une loi du 4 mai 1907 prescrit que, après un délai qui ne pourra pas dépasser trois ans, il sera obligatoire dans les actes publics, et, après deux autres années, il le deviendra pour tous les usages.

Ainsi disparaît la dernière exception d'un État européen à l'égard des unités métriques.

*Colonies portugaises.* — Le Système métrique est obligatoire en Portugal depuis le 1er janvier 1870. L'obligation a été étendue aux colonies portugaises par un décret du 25 septembre 1905.

*Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande.* — La législation anglaise relative à l'emploi du Système métrique est plus avancée qu'on ne le croit communément. Dès l'année 1866, une loi déclarait que nul ne pouvait être puni pour la raison qu'il employait des mesures métriques dans le commerce. Deux lois ultérieures, promulguées en 1878 et 1889 étendaient déjà le sens de cette tolérance. Enfin, une loi du 6 août 1897, que son dernier article désigne comme *Weights and Measures (Metric System) Act*, rend le Système métrique légal, et le met sur le même pied que l'ancien Système britannique. La loi sanctionne également les étalons métriques dérivés des prototypes internationaux, et prévoit que des décrets ultérieurs pourront compléter son œuvre sommaire. En effet, deux décrets ont été pris, le 9 mai 1898 et le 4 novembre 1904, afin de donner force de loi aux dénominations du Système métrique, et pour établir les taxes de vérification des instruments gradués d'après ce Système.

Ainsi, en théorie, le Système métrique se trouve aujourd'hui, dans le Royaume-Uni, exactement sur le même pied que le Système britannique, et rien, sinon la routine, ne peut plus s'opposer à son emploi.

*États-Unis.* — Dans la grande Confédération américaine, la situation légale du Système métrique est encore supérieure à ce qu'elle est dans le Royaume-Uni. Dès le 23 juillet 1866, il était déclaré légal, en même temps que l'ordre était donné au Directeur général des postes de munir de balances et de poids métriques tous les bureaux faisant des échanges avec les pays étrangers, et tels autres bureaux qu'il jugerait convenable.

Une annexe à la loi donnait les équivalents suivants :

$$1 \text{ mètre} = \frac{39{,}37}{36{,}00} \text{ yard.}$$

$$1 \text{ kilogramme} = 2{,}2046 \text{ livres.}$$

Or, par un heureux renversement du sens de ces rapports, un *Bulletin des Poids et Mesures*, publié en 1893 avec l'approbation du secrétaire du Trésor, a prescrit que les valeurs du Yard et de la Livre ne seraient plus représentées par les étalons anciens, mais seraient déduites des étalons métriques, en utilisant les équivalents ci-dessus. Il en résulte avec évidence que, *au point de vue métrologique*, les seules unités fondamentales aux États-Unis sont le Mètre et le Kilogramme, et que le Yard et la Livre ne sont plus que des unités dérivées.

D'ailleurs, le Système britannique — on le sait trop peu à l'étranger — n'a jamais été rendu légal dans toute l'étendue de l'Union. Chaque État l'a adopté pour son compte, et en a réglé l'usage par une loi locale. Plus encore qu'en Angleterre, le Système britannique aux États-Unis est ainsi dégénéré en un inextricable fouillis, dans lequel personne ne se retrouverait sans le secours d'une documentation abondante.

Un remarquable ouvrage publié récemment par MM. Fischer et Hubbard, du Bureau of Standards (1), a résumé l'ensemble des unités américaines. Il se termine par un tableau très étendu des valeurs du *bushel*, qui diffère suivant les États et suivant les denrées. Le bushel des carottes n'est pas celui des pommes de terre. Le sel n'est pas vendu suivant les mêmes mesures dans le Dakota et dans le Tennessee. Et les différences sont loin d'être minimes. Le plus petit bushel signalé par MM. Fischer et Hubbard est de 4 livres, le plus grand de 130 livres !

Le Système métrique commence à mettre un peu d'ordre dans cet enchevêtrement d'unités disparates; peu à peu, on l'applique à certaines industries et à certains commerces; beaucoup de machines américaines nous arrivent établies aux cotes métriques; et, d'autre part, des ordres de service donnés en 1894 à l'armée américaine, puis étendus ultérieurement au service hospitalier tout entier, prescrivent l'emploi du gramme, du centimètre cube et du degré centigrade pour tous les usages de la médecine et de la pharmacie dépendant de l'État.

*Japon.* — Le grand mouvement de l'Empire japonais vers la civilisation ne pouvait manquer d'être accompagné d'une réforme des poids et mesures par l'adoption du Système métrique. Le chemin à parcourir était moindre, d'ailleurs, que pour les pays anglo-saxons, car le Japon possède depuis longtemps, comme la Chine, la Corée et le Siam, un système dans lequel la division décimale, sans être exclusive, est cependant prédominante.

En 1891, le Système métrique fut rendu facultatif,

(1) *Laws concerning the weights and measures of the United States* (Washington, *Government Printing Office*, 1904).

Digitized by Google

tandis que les anciennes unités japonaises, le *chaku* et le *kwan*, étaient légèrement modifiées, de manière à être mises dans un rapport simple avec les unités métriques, par les relations :

$$1 \text{ Kwan} = 3{,}75 \text{ kg}; \quad 1 \text{ Chaku} = \frac{1}{3{,}3} \text{ m}.$$

La définition métrologique des nouvelles unités était fournie en partant des étalons du Mètre et du Kilogramme, comme aux États-Unis.

Depuis la promulgation de cette loi, plusieurs modifications lui ont été apportées, dont le but a toujours été de faciliter l'emploi des unités métriques. L'action en a été rapide; il suffira, pour en donner une idée, de dire que les bureaux de vérification ont examiné, dans le cours des dernières années, en moyenne douze fois plus de poids métriques que de poids de l'ancien système japonais. Une nouvelle revision de la loi est en préparation; on peut en attendre encore un progrès marqué.

*Russie.* — La loi du 4/16 juin 1899, entrée en vigueur le 1er janvier 1900, a modifié l'ancien Système russe, et consacré l'introduction du Système métrique. Celui-ci n'est pas obligatoire d'une manière générale, mais peut l'être rendu par des décrets ou des arrêtés, pris par les ministères ou les municipalités.

A partir du 1er janvier de cette année, les poids et mesures métriques sont devenus obligatoires dans la médecine et la pharmacie militaires. Dans les deux années écoulées, 250 000 poids métriques ont été étalonnés, particulièrement en vue de cette application.

Il est intéressant de noter que l'album des fers marchands, publié à l'aide de subventions du Comptoir des usines et des forges, contient exclusivement des mesures métriques.

*France.* — La loi fondamentale créant le Système métrique est celle du 18 germinal an III. Une loi ultérieure, promulguée le 4 juillet 1837, et entrée en vigueur le 1er janvier 1840, l'a modifiée en la complétant, et a seule régi les poids et mesures en France jusqu'à ces dernières années. Mais le temps était venu de faire entrer, dans un texte de loi, les notions de la métrologie moderne, et de tenir compte des décisions des Conférences générales des Poids et Mesures.

La loi de 1837 avait conservé les dispositions de la loi fondamentale, suivant lesquelles le Mètre et le Kilogramme étaient définis, d'une part au moyen de leurs relations théoriques entre eux et avec le quadrant terrestre, d'autre part en fonction des étalons des Archives de France. La loi du 11 juillet 1903, complétée par le décret du 28 juillet de la même année, a fait disparaître ces imperfections, en rapportant les unités fondamentales aux étalons dérivés des prototypes internationaux. La loi est brève; elle ne comprend que deux articles, dont l'un sanctionne les étalons, tandis que l'autre renvoie au décret pour le détail. Ce dernier contient le tableau des unités et de leurs abréviations; pour la définition du Kilogramme, il contient l'explication suivante, qui coupe court à toute indécision au sujet des notions légales du poids et de la masse :

« La *masse* d'un corps correspond à la quantité de matière qu'il contient; son poids est l'action que la pesanteur exerce sur lui. En un même lieu, ces deux grandeurs sont proportionnelles l'une à l'autre; dans le langage courant, le terme *poids* est employé dans le sens de *masse*.

« Le Kilogramme est la masse du prototype international.... »

*Roumanie.* — C'est encore comme étalon de l'unité de masse que le Kilogramme est défini dans une loi du Royaume de Roumanie, du 2/15 mars 1906, sanctionnant les prototypes internationaux et les prototypes nationaux qui en sont les copies. Ainsi, la législation roumaine a été mise, à son tour, en harmonie avec les décisions des Conférences internationales.

*Hongrie.* — Une loi de l'année 1891 avait déjà tenu compte des conventions internationales, en sanctionnant les nouveaux étalons. On a voulu perfectionner encore, en étendant la loi à la mesure de la force, du travail, de la puissance et de la pression. L'importance et la nouveauté de cette loi, promulguée le 10 janvier 1907, donnent un véritable intérêt à la reproduction de quelques-uns de ses articles.

Les cinq premiers articles définissent les unités de longueur, de surface, de volume et de masse. Il est spécifié, de plus, que, conformément à une disposition admise dans toutes les législations métriques, les étalons sont établis suivant le principe du double et de la moitié des multiples et sous-multiples décimaux des unités fondamentales. La loi prend soin de spécifier que « dans le langage courant, les étalons de masse sont dénommés des poids », ce qui évite la possibilité d'une mauvaise interprétation des termes employés. A partir de l'article 6, les dispositions sont presque toutes nouvelles.

« *Art.* 6. — L'unité légale des mesures de capacité est le litre.

« Le litre est le volume de 1 kilogramme d'eau pure, mesuré sous la pression normale de l'atmosphère, à la température de sa plus grande densité. Dans les transactions publiques, ce volume peut être considéré comme égal au décimètre cube.... »

La suite de l'article donne les multiples et sous-multiples légaux, avec leurs abréviations.

« *Art.* 7. — L'unité de mesure de la densité est la densité d'une matière, dont un décimètre cube contient une masse de 1 kilogramme.

« Dans les transactions publiques, la densité de l'eau pure à 4° C peut être considérée comme représentant l'unité de densité.

« *Art.* 8. — L'unité de mesure de la force dans les transactions publiques est le kilogramme-force, c'est-à-

Digitized by Google

dire le poids normal de la masse de 1 kilogramme ($9{,}80665 \times 10^5$ unités C. G. S. de force).

« *Art.* 9. — L'unité de mesure du travail dans les transactions publiques est le kilogrammètre, c'est-à-dire le travail que 1 kilogramme-force produit par un déplacement de 1 mètre dans sa propre direction. Ce travail est égal à 9,80665 unités de Joule.

« L'unité de mesure de la puissance dans les transactions publiques est le *cheval*, c'est-à-dire la puissance qui produit en une seconde 75 kilogrammètres. Cette puissance est égale à $75 \times 9{,}80665$ watts.

« *Art.* 10. — L'unité de mesure de la pression dans les transactions publiques est la pression qu'exerce un kilogramme-force uniformément réparti sur une surface de 1 cm².

« Cette pression est égale à la pression d'une colonne de mercure de 735,5 mm à la température de 0° C, sous l'action de la pesanteur normale.

« Cette mesure est aussi désignée dans le langage courant comme *pression atmosphérique industrielle*; elle est égale à 0,9678 de la pression normale définie à l'article 12, 4e alinéa. »

Les unités électriques sont définies dans l'article 11, où sont mises en parallèle, comme dans les précédents articles, les valeurs théoriques et les valeurs pratiques des unités.

« *Art.* 11. — L'unité de mesure de la résistance électrique est l'ohm, égal à la mille-millionième partie de l'unité électromagnétique de résistance, définie par le centimètre-gramme-seconde (C.G.S.).

« Dans les transactions publiques, l'ohm sera défini par la résistance d'une colonne de mercure, à la température de 0°C, dont la longueur est de 106,3 cm, et dont la masse, pour une section uniforme, est de 14,4521 grammes. »

La double définition de l'ampère est donnée de même au paragraphe suivant; celle du volt est déduite des deux premières.

Le reste de l'article prescrit les unités de la puissance, du travail (joule et watt-heure), de la quantité, de la capacité, de l'inductance. Enfin, l'intensité efficace et la force électromotrice efficace d'un courant alternatif sont définies à la manière ordinaire.

« *Art.* 12. — Un degré de l'échelle centésimale du thermomètre à hydrogène à volume constant est un degré de température; on le désigne généralement comme degré Celsius; symbole : C°.

« Dans ce thermomètre, la pression initiale de l'hydrogène à la température de la glace pure fondante est égale à la pression d'une colonne de mercure de 1 m de hauteur, c'est-à-dire $\frac{1000}{760} = 1{,}3158$ de la pression atmosphérique normale.

« Les points fondamentaux de l'échelle sont 0°C, c'est-à-dire l'état du thermomètre dans la glace pure fondante, et 100°C, c'est-à-dire l'état du thermomètre dans la vapeur saturante et privée d'air de l'eau pure bouillante, toutes deux sous la pression atmosphérique normale.

« La pression atmosphérique normale est égale à la pression d'une colonne de mercure de 760 mm à 0°C sous l'action de la pesanteur normale.

« La pesanteur normale est la pesanteur dont l'accélération rapportée au mètre et à la seconde de temps moyen est $9{,}80665 \frac{m}{sec^2}$.

« Cette valeur est celle qui a été déduite, par réduction au niveau de la mer et à la latitude de 45°, de la valeur déterminée au Bureau international des Poids et Mesures à Sèvres. »

Telles sont, brièvement résumées, les dispositions des lois les plus récentes relatives aux poids et mesures. Tout en présentant entre elles une assez grande diversité, elles possèdent toutes ce caractère commun, de marquer un progrès vers le Système métrique, et de contenir des définitions rigoureuses des unités fondamentales. D'autres lois, antérieures à la période la plus récente, avaient déjà consacré des progrès analogues. Le tableau qui suit en contient l'énumération.

| ÉTATS. | RÉGIME. | SANCTION DES PROTOTYPES INTERNATIONAUX. |
|---|---|---|
| Allemagne | Obligatoire. | 26 août 1895. |
| Autriche | Obligatoire. | 12 janvier 1895. |
| Belgique | Obligatoire. | 1er juin 1896. |
| Bolivie | Facultatif. | » |
| Brésil | Obligatoire. | » |
| Bulgarie | Obligatoire. | » |
| Chili | Obligatoire. | » |
| Colombie | Obligatoire. | » |
| Danemark | Facultatif (1). | 4 mai 1907. |
| Égypte | Facultatif (2). | » |
| États-Unis d'Amérique | Facultatif (2). | 5 avril 1893. |
| Espagne | Obligatoire. | 8 juillet 1892. |
| France et Colonies | Obligatoire. | 11 juillet 1905. |
| Grande-Bretagne, Irlande et Colonies. | Facultatif. | 27 mai 1897. |
| Grèce | Facultatif. | » |
| Guatémala | Facultatif. | » |
| Hollande et Colonies | Obligatoire. | » |
| Hongrie | Obligatoire. | loi VI de 1891. |
| Italie | Obligatoire. | 25 août 1890. |
| Japon | Facultatif. | 25 mars 1891. |
| Luxembourg | Obligatoire. | » |
| Mexique | Obligatoire. | 16 septembre 1896. |
| Monténégro | Obligatoire. | » |
| Norvège | Obligatoire. | 3 mai 1890. |
| Nicaragua | Facultatif. | » |
| Pérou | Obligatoire. | 21 septembre 1891. |
| Paraguay | Facultatif. | » |
| Portugal et Colonies | Obligatoire. | » |
| République Argentine | Obligatoire. | » |
| Roumanie | Obligatoire. | 2/15 mars 1906. |
| Russie | Facultatif (2). | 1er janvier 1900. |
| Serbie | Obligatoire. | » |
| Siam | Facultatif (2). | » |
| Suède | Obligatoire. | 1er janvier 1879 (3). |
| Suisse | Obligatoire. | 3 juillet 1875 (3). |
| Turquie | Facultatif. | » |
| Uruguay | Obligatoire. | » |
| Vénézuéla | Facultatif. | » |

(1) Obligatoire prochainement.
(2) Obligatoire pour certains usages.
(3) En Suède et en Suisse, les étalons internationaux avaient été sanctionnés par anticipation.

La longue liste des pays acquis au Système métrique

Digitized by Google

fait sentir mieux que tout commentaire la puissance d'expansion qui assurera son triomphe final.

### QUELQUES UNIFICATIONS MÉTRIQUES

La connaissance des législations relatives aux poids et mesures entraîne à peu près celle de ses véritables applications commerciales; mais les emplois qui sont faits de la mesure dans l'industrie en sont en quelque manière indépendants, pour deux raisons essentielles.

D'une part, un certain nombre de législations, tout en prescrivant par exemple l'usage du Système métrique dans le commerce, laissent toute liberté pour les unités servant à la fabrication ou la construction industrielles. D'autre part, l'industrie ne peut tirer du système légal de mesures tout le profit possible qu'à la condition de procéder, par une entente amiable entre les intéressés, à une limitation à un certain nombre de types restreints de pièces usuelles, ou à l'adoption d'un numérotage constitué le plus simplement possible en partant des unités fondamentales.

L'unification des pas de vis est un exemple de la première de ces unifications, le numérotage des textiles précise la seconde; j'y reviendrai dans un instant.

L'unification peut, enfin, être poursuivie sur des mesures qui, pour des raisons particulières, ont échappé à la réforme. Tel est le cas pour le carat, sur lequel il est utile de nous arrêter.

*La réforme du carat.* — Comme le grain de blé est devenu, sous le nom de *grain*, une unité de masse de l'ancien système français, conservé dans le système britannique, de même le *carat*, graine des îles de la Sonde, est devenu une unité de masse pour la mesure des pierres précieuses. Le carat semble n'avoir jamais été légalisé nulle part, ce qui ne l'a pas empêché de devenir universel, non dans sa valeur, qui diffère d'un pays à l'autre, mais dans son nom, que chacun connaît, sans savoir au juste ce qu'il désigne.

Le carat est extrêmement variable, valant 188 mg à Bologne et 254 mg en Arabie; toutefois, dans les pays plus directement intéressés au commerce des pierres précieuses, ses limites de variation se sont beaucoup resserrées, s'écartant peu de 205 mg.

En 1890, l'Association des fabricants diamantaires d'Amsterdam voulut en fixer la valeur d'une façon précise, en établissant l'équivalent : 1 kg = 4875 carats. Le carat d'Amsterdam ressortait ainsi à 205,1 mg; mais il était décidé en même temps qu'en cas de contestation, les pesées seraient rapportées au gramme.

En 1904, la Fédération des bijoutiers et joailliers allemands, considérant l'usage international du carat et la difficulté apparente de sa réforme, décida de demander au Gouvernement de l'Empire l'autorisation de l'employer comme unité légale, en le faisant bénéficier de la protection dont jouissent toutes les unités inscrites dans la loi.

Une telle proposition, si elle avait abouti, aurait pratiqué, dans l'édifice métrique, une brèche susceptible de créer un précédent fâcheux ou même dangereux. C'est pour y parer que je tentai de proposer, dès le début de l'année 1905, une réforme internationale consistant à prendre, comme unité de mesure des pierres précieuses, une masse de 200 milligrammes, tandis que, pour tenir compte des habitudes des joailliers, le nom de carat serait conservé; on lui ajoutait seulement, pour le distinguer de la foule des anciens carats, le qualificatif de *métrique*.

Cette proposition fut accueillie si favorablement par la presse technique, que je n'hésitai pas à la présenter, en 1905, au Comité international des Poids et Mesures, qui lui donna son approbation.

Celle-ci fut alors communiquée aux associations intéressées, dont un grand nombre se déclarèrent prêtes à accepter la réforme, aussitôt qu'un agrément international permettrait de la réaliser partout à la fois.

La Conférence générale, à laquelle la proposition fut soumise, la sanctionna dans sa séance du 24 octobre dernier, et le Comité international donna bientôt communication de cette décision aux Gouvernements des États signataires de la Convention du Mètre.

De son côté, le Gouvernement français avait, à la suite de la Conférence, pris l'initiative de demander aux autres Gouvernements leur avis sur la réforme.

Jusqu'ici, sept d'entre eux : ceux de Belgique, du Danemark, des États-Unis, de Hongrie, d'Italie, de Roumanie et de Suède se sont déclarés prêts à l'accepter. L'Espagne a pris les devants en la promulguant, et le Gouvernement suisse a inscrit le carat de 200 mg dans le projet de loi actuellement en discussion devant les Chambres fédérales.

Il est donc extrêmement probable que le carat métrique deviendra partout légal dans le courant de cette année, ou au plus tard au commencement de l'année prochaine. Ainsi sera remplacée par une unité métrique unique, la diversité des carats actuels, bien faite pour éluder le contrôle, et constituant, en marge du Système métrique, comme une tache qu'il était urgent de faire disparaître.

*Le numérotage des textiles.* — Les textiles, qui constituent une matière d'énorme consommation et d'abondant négoce international, étaient classés et numérotés, jusqu'à ces dernières années, suivant d'innombrables systèmes, reposant sur des unités tombées depuis longtemps dans l'oubli. Il était donc naturel que l'on cherchât à opérer une réforme en créant un numérotage international basé sur le Système métrique. La question fut discutée dans des congrès, et un Comité permanent fut institué pour poursuivre cette unification. Les transactions ont été laborieuses, surtout en raison du fait que les filateurs du Lancashire, obstinément attaché au Système britannique, constituent un groupe compact et nombreux, qui détient une part importante du commerce mondial des fils de tous genres.

Digitized by Google

C'est même au sein de cette corporation que s'est manifestée la plus vigoureuse opposition à l'introduction du Système métrique dans les pays anglo-saxons. A entendre certains filateurs influents, son adoption préparerait la ruine de la filature anglaise en obligeant à la réfection de tout son matériel. Dans un congrès réuni à Manchester en 1905, M. Byrom a affirmé, dans un rapport pris au sérieux par un grand nombre de ses auditeurs, que l'adoption du Système métrique coûterait, aux seuls ingénieurs anglais, la formidable somme de *deux milliards et demi*. Et cette affirmation, pour absurde qu'elle soit, a trouvé tant de personnes disposées à lui donner créance, qu'on en a fait un argument sérieux d'opposition au Système métrique.

Cependant, un commencement d'entente internationale a pu être obtenu pour la soie. Le *numéro* d'une soie exprime, en effet, conformément à une entente à laquelle tous les États ont adhéré, le nombre de mètres au gramme ou de kilomètres au kilogramme. Le *titre* qui sert à classer les écheveltes, est le nombre de demi-décigrammes dans l'écheveltte de 450 mètres. Ces derniers nombres ne sont pas tout à fait simples, mais ils sont métriques, et c'est là le point essentiel.

Le Comité permanent, que préside M. F. Roy, poursuit l'œuvre d'unification pour le numérotage de tous les textiles. Il a réuni déjà de nombreuses adhésions, et on peut espérer qu'un avenir peu éloigné verra tomber l'opposition empêchant encore le numérotage de devenir universel.

*L'unification des filetages.* — Bien que plus importante pour les lecteurs de ce journal que les précédentes, la question de l'unification des filetages leur est trop connue pour qu'il y ait lieu d'en donner ici le détail. Je me bornerai donc à la résumer dans ses traits essentiels, renvoyant, pour un exposé plus complet, à une publication récente (1).

C'est en 1878 qu'une première réforme de l'anarchie régnante fut tentée, par l'initiative de la Société des Arts de Genève. Chargé de présenter le rapport sur l'unification des vis de petits diamètres, et particulièrement sur les vis horlogères, le professeur Marc Thury exposa, dans un mémoire devenu classique, les principes de l'établissement d'une échelle rationnelle des filetages.

Partant des deux relations

$$p = 0{,}9^n \qquad d = 6\,p^{1{,}2}$$

$p$ étant le pas, $d$ le diamètre extérieur, on obtient, en donnant à $n$ une série de valeurs entières, comprises entre 0 et 25, les cotes des vis du système. Le point de départ est constitué par une vis de 6 mm de diamètre et de 1 mm de pas; les diamètres successifs vont en se resserrant, ainsi que les pas correspondants, à mesure que les vis deviennent elles-mêmes plus petites, suivant un principe constant en industrie.

Le Système Thury, accueilli avec faveur par le public horloger, fut longtemps considéré comme donnant la solution définitive de l'unification des petites vis; et, dans les réformes qui furent proposées ultérieurement, on partit du diamètre de 6 mm pour constituer la série des grosses vis industrielles. Après deux tentatives indépendantes, faites respectivement en Allemagne en 1893 et en France en 1894, cette dernière, par l'initiative de la Société d'Encouragement, une Conférence internationale, réunie à Zurich le 20 octobre 1900, signa une convention établissant les caractéristiques des vis industrielles, d'un diamètre compris entre 6 mm et 80 mm, définissant la forme du filet et donnant le tableau des pas et diamètres auxquels on devait s'arrêter.

Depuis lors, ce système s'est beaucoup répandu en France, en Allemagne, en Belgique, en Hollande, en Italie, en Suisse. La marine française, la plupart des compagnies de chemins de fer, un grand nombre d'établissements métallurgiques l'ont adopté, et remplacent l'ancien matériel au fur et à mesure de son usure par les vis et écrous du Système international.

Cependant, pour certaines industries, et en particulier pour celle de l'appareillage électrique, le système Thury a révélé, à l'usage, quelques imperfections dont on a voulu le débarrasser. Après une intéressante tentative de réforme proposée par M. H. Aubaile, un Comité institué par le Syndicat professionnel des Industries électriques sous la présidence de M. Eugène Sartiaux, chargea M. C. Zetter de présenter un rapport sur la question. Une étude approfondie des filetages employés par l'Administration française des Télégraphes et par les principaux constructeurs a conduit ainsi à proposer une série de vis dont les cotes diffèrent peu de celles de Thury, mais présentent, sur ces dernières, l'avantage pratique d'être arrondies au dixième, ou au plus au vingtième de millimètre. Voici quelles sont les dimensions de ces vis.

| Diamètres en mm. | Pas en mm. |
|---|---|
| 1 | 0,25 |
| 1,25 | 0,25 |
| 1,5 | 0,35 |
| 1,75 | 0,35 |
| 2 | 0,45 |
| 2,5 | 0,45 |
| 3 | 0,60 |
| 3,5 | 0,60 |
| 4 | 0,75 |
| 4,5 | 0,75 |
| 5 | 0,90 |
| 5,5 | 0,90 |

La forme du filet est celle d'un triangle équilatéral, tronqué de 1/8e au sommet et au fond, avec arrondi facultatif.

Au-dessous de 1 mm, le système Thury est conservé.

Le nouveau système des petites vis a été imposé, par une circulaire du 17 mai 1906, à la marine de l'État. La Compagnie des Chemins de fer du Nord l'a également adopté.

(1) Ch.-Ed. Guillaume, *Les récents Progrès du Système métrique* (Gauthier-Villars).

Digitized by Google

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans les pages qui précèdent, j'ai cherché beaucoup moins à donner une image complète de la situation du système métrique dans le monde, qu'à montrer, par une série d'exemples de ses applications, les moyens par lesquels son expansion graduelle est assurée, et la nature des bienfaits que l'on en peut attendre. Le déclarer légal ou obligatoire dans un pays est assurément un grand progrès sur tout état de choses antérieur; mais cela ne suffit pas; il faut en outre, par une série d'élaborations partielles, l'adapter aux conditions les plus diverses du commerce et de l'industrie, puis assurer son application uniforme, soit par des conventions internationales entre les gouvernements, soit par une entente amiable entre les intéressés. C'est seulement lorsque de semblables conventions se seront étendues à toutes les industries, que le Système métrique rendra tous les services que l'on peut en attendre.

A mesure que la science s'étend par ses découvertes, que le commerce devient plus absorbant par le fait même de son expansion, que l'industrie agglomère des inventions nouvelles, il est nécessaire de simplifier tout ce qui est susceptible de l'être, afin d'économiser l'effort. Dans la science, cette simplification est presque complètement réalisée, par l'emploi à peu près exclusif du Système métrique ou de sa spécialisation, le Système C.G.S. Le développement de la géodésie, dont les calculs de synthèse embrassent la terre entière, et dont le progrès est centralisé par une puissante Association internationale, a été, pour le Système métrique, un élément d'expansion de première importance. Les États-Unis, le Japon, la Russie l'ont adopté tour à tour, et si même quelques portions de l'Empire britannique sont restées attachées au yard, on peut dire qu'elles ne constituent plus que des exceptions dans l'ensemble mondial des mesures. D'ailleurs, dans quelques pays qui, comme l'Égypte ou le Siam, ont confié leurs travaux géodésiques à des fonctionnaires ou officiers anglais, les lois et règlements prévoient l'emploi du Système métrique pour les travaux publics, et le leur imposent, et il n'est pas sans intérêt de relever, dans un rapport consulaire daté de Bangkok, que ces officiers apprennent rapidement à s'en servir, et le préfèrent bientôt au Système britannique.

Qu'en revanche, on note, à la suite d'un referendum auprès des industries américaines, qu'une très petite fraction des bottiers aient exprimé le désir d'adopter le Système métrique, cela ne peut avoir qu'une médiocre importance. Ainsi que le fait observer *Electrical World*, il n'est pas surprenant que l'industrie de la chaussure reste attachée au « pied anglais ». On voit même, en France, des industries locales conserver d'anciennes mesures, parce qu'elles correspondent à des cotes de fabrication demeurées sans modification à travers plusieurs générations; et il ne faudrait pas en conclure, comme a pensé pouvoir le faire l'honorable M. Lloyd George, alors Ministre du Commerce du Royaume-Uni, que le Système métrique « a subi, en France, un échec désespéré ». Telle est cependant la déclaration qu'il avait pensé pouvoir faire à la suite d'une circulaire de M. Doumergue, recommandant aux Chambres de commerce d'agir de leur influence pour aider à extirper les derniers vestiges des anciennes dénominations et des anciennes mesures.

Un vigoureux effort est souvent nécessaire pour abandonner de vieilles habitudes, et il faut, en dehors des obligations que la loi impose, mais dont les pouvoirs publics sont souvent impuissants à assurer l'exécution dans l'industrie sinon dans le commerce, la conviction bien profonde des avantages de la réforme pour l'accomplir, alors qu'elle entraîne une perturbation considérable, bien que momentanée. Il est utile de donner comme exemple la transformation des mesures qui s'accomplit actuellement dans l'industrie horlogère, dans des conditions où rien ne l'imposerait, puisqu'elle est en majorité concentrée dans quelques cantons suisses, et et que la loi fédérale laisse toute liberté pour l'emploi de tout système de mesures lorsque celles-ci restent indépendantes des opérations commerciales. Il y a dix ans, la ligne du pied de roi était de règle dans la construction horlogère; aujourd'hui, elle est devenue l'exception, et tout donne à penser qu'elle aura disparu dans quelques années. C'est un effort analogue qu'il faudrait accomplir en tous pays, pour réaliser enfin l'uniformité mondiale des mesures, que commande impérieusement l'accroissement des échanges, soit de la pensée, soit des produits de l'industrie.

Les situations respectives des divers systèmes en présence se dessinent de plus en plus clairement. Chaque année consacre une nouvelle conquête du Système métrique. Il gagne un jour un pays, le lendemain une industrie; une loi l'impose aujourd'hui, une convention internationale y ralliera demain les intéressés de tous pays. Quelques groupes anglo-saxons insuffisamment renseignés sur ses avantages et sa véritable situation dans le monde cherchent seuls à lui opposer encore des arguments dont la réfutation est facile. Mais on peut nettement conjecturer qu'une irrésistible puissance d'expansion viendra bientôt à bout de leurs dernières hésitations.

CH.-ED. GUILLAUME.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 16 mars 1908.*

**Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.** — Note de M. TH. GUILLOZ, présentée par M. d'Arsonval. — M. Doumer[1], dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 17 février, conclut que « dans

[1] Doumer, *Comptes rendus* du 17 février, t. CXLVI, p. 329.

Digitized by Google

l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, une partie du courant qui n'est nullement négligeable sert à l'électrolyse de l'eau de la dissolution, et qu'il faut tenir compte de ce phénomène, soit dans la détermination des facteurs de transport des ions H et Cl, soit dans la mesure de la conductibilité de ces dissolutions et peut-être aussi dans la mesure de leur acidité ».

Ces questions de physicochimie intéressent M. Doumer, sans doute parce qu'elles se rattachent à des applications d'ordre biologique concernant le transport électrolytique des médicaments. Il y a quelques mois, M. Doumer (1) avait soulevé contre la théorie d'Hittorf des objections auxquelles il m'avait déjà semblé utile de répondre (2), car, dans des questions aussi importantes que le sont en électrothérapie les phénomènes de l'électrolyse, il est nécessaire de ne pas répudier comme fil conducteur une théorie classique admise par les physiciens et les électrochimistes.

Il me semble que la Note de M. Doumer ouvre à nouveau ce débat relativement à la détermination de la vitesse de transport des ions. Or nous possédons un travail très soigné des chimistes américains Noyes et Sammet (3) relatif à la mobilité des ions H et Cl dans les solutions étendues d'acide chlorhydrique. Ces savants employaient, précisément comme M. Doumer, une anode d'argent et, comme lui, se sont rendu compte des perturbations auxquelles il fait allusion. Cela ne les a pas empêchés de trouver pour des solutions étendues d'HCl $\left(\frac{1}{20}, \frac{1}{60}, \frac{1}{180}\right.$ normale$\left.\right)$ des nombres parfaitement concordants dans de longues séries d'expériences.

Ces recherches constituent donc une *preuve expérimentale* que les perturbations dues au dégagement de O dans les phénomènes de l'électrolyse n'influencent en aucune façon l'exactitude des nombres de transport. D'ailleurs on pourrait le prévoir, puisque dans une dissolution étendue d'acide chlorhydrique, les ions Cl et H sont les seuls qui conduisent le courant électrique, les ions H et OH de l'eau ne prenant aucune part appréciable à la conductibilité.

Rappelons aussi que Bunsen (4) avait étudié l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique et que MM. Haber et Grinberg (5) ont consacré plusieurs Mémoires importants à cette étude et aux nombreux phénomènes anodiques qui accompagnent cette électrolyse.

**Quantité de rayons X absorbée et quantité transmise par les couches successives de tissus.** — Note de M. H. Guilleminot, présentée par M. Bouchard. (Voy. les *Comptes rendus*.)

(1) Doumer, *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale*, mai 1907.

(2) Discussion sur la communication de M. Doumer : Critique de l'hypothèse d'Hittorf (*Bulletin de la Société française d'électrothérapie et de radiologie médicale*, juin 1907 et juillet 1907).

(3) Noyes et Sammet, *Zeitsch. f. physik. Chemie*, t. XLIII, 1903, p. 49-74.

(4) Bunsen, *Pogg. Ann.*, t. C, p. 64.

(5) Haber et Grinberg, *Zeitsch. anorg. Ch.*, t. XVI, 1898, p. 198-228 et p. 329-361.

*Séance du 25 mars 1908.*

**Sur les gaz provenant des étincelles électriques.** — Note de M. M. de Broglie, transmise par M. Mascart. — MM. de Watteville et Hemsalech ont récemment découvert et décrit (1) un procédé nouveau et remarquable pour obtenir les spectres de flammes en admettant, dans un brûleur à gaz, de l'air provenant d'étincelles condensées. Je me suis proposé d'examiner l'état du gaz produit dans ces conditions au point de vue de l'ionisation et des poussières en suspension; l'air étudié est bien desséché et filtré, puis passe sur une étincelle petite et peu condensée pour éviter l'arrachement de grosses particules et la vaporisation excessive des électrodes.

Avec tous les métaux examinés, le gaz s'est présenté comme renfermant :

1° Des ions de faible mobilité (pour le platine par exemple, la mobilité était bien définie à 10 μ par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre); M. Langevin a signalé (2) la présence de centres analogues dans les aigrettes;

2° Des centres neutres susceptibles de se transformer en ions de faible mobilité par exposition au radium ou aux rayons de Röntgen et donnant aux gaz qui les renferment une aptitude exceptionnelle à s'ioniser par barbotage;

3° Des poussières ténues visibles dans le faisceau d'un arc; ces poussières, très différentes d'aspect suivant le métal, sont particulièrement abondantes avec le sodium, le thallium, le bismuth; dans le cas du thallium, par exemple, les particules, faciles à voir avec un grossissement modéré, sont d'une grosseur assez homogène, franchement ultramicroscopiques et présentent un mouvement brownien caractérisé; elles tombent lentement.

Ces poussières sont en partie électrisées, elles constituent vraisemblablement le principal véhicule de la réaction spectrale.

Les particules provenant du sodium grossissent rapidement et deviennent des gouttelettes quand l'air est humide.

Les gaz qui ont barboté dans l'eau pure ne présentent pas de nuage visible dans le faisceau d'un arc (quand il n'y a pas pulvérisation grossière du liquide), mais on en aperçoit un dès que des traces salines sont introduites; on sait qu'on peut aussi obtenir de beaux spectres de flammes par ce moyen.

**Sur les spectres d'absorption des cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique aux températures de liquéfaction et**

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1er sem., 1907, p. 1338, et t. CXLV, 2e sem., 1907, p. 1266.

(2) *Soc. Phys.*, 1905.

Digitized by Google

**de solidification de l'hydrogène.** — Note de MM. Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, présentée par M. Henri Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus.*)

*Séance du 30 mars 1908.*

**Sur un phénomène attribuable à des électrons positifs, dans le spectre d'étincelle de l'yttrium.** — Note de M. Jean Becquerel, présentée par M. Henri Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus.*)

## DOCUMENTS OFFICIELS

**DÉCRET portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique.**

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur, du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, et du Ministre de l'Agriculture,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, notamment l'article 18 portant que les règlements d'administration publique déterminent :

« 1° La forme des enquêtes prévues aux articles 6, 11 et 12, étant stipulé que l'avis des conseils municipaux intéressés devra être demandé au cours de ces enquêtes;

« 2° Les formes de l'instruction des projets et de leur approbation;

. . . . . .

« 4° Les conditions générales et d'intérêt public auxquelles devront satisfaire les ouvrages servant à la distribution d'énergie, soit en vertu de concessions, soit en vertu de permissions de voirie;

« 5° La forme des réquisitions à adresser en vertu de l'article 17;

« 6° Les mesures relatives à la police et à la sécurité de l'exploitation des distributions d'énergie;

. . . . . .

« 8° Et, en général, toutes les mesures nécessaires à l'exécution de la présente loi; »

Vu l'avis du Comité d'électricité institué en vertu de l'article 20 de la loi du 15 juin 1906;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

### CHAPITRE PREMIER. — Autorisations pour les distributions d'énergie électrique établies exclusivement sur des terrains privés.

*Forme et présentation de la demande en autorisation.*

*Article premier.* — Toute demande en autorisation pour les ouvrages de distribution d'énergie électrique à établir exclusivement sur des terrains privés, mais à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante, est adressée en double expédition au préfet qui la transmet immédiatement à l'ingénieur en chef du contrôle.

Elle est accompagnée d'un plan indiquant le tracé de la ligne et d'un état de renseignements, conforme au modèle arrêté par le Ministre des Postes et des Télégraphes, après avis du Comité d'électricité.

*Instruction de la demande et délivrance de l'autorisation.*

*Art.* 2. — L'ingénieur en chef du contrôle, après avoir constaté que les ouvrages projetés rentrent dans la catégorie prévue par le titre II de la loi du 15 juin 1906, transmet le dossier à l'ingénieur en chef des Télégraphes ou à son délégué; celui-ci formule son avis sur les conditions techniques auxquelles doit satisfaire l'installation en vue d'éviter les troubles dans le fonctionnement des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes; il indique, s'il y a lieu, les travaux à exécuter à cet effet, fait signer au demandeur les engagements nécessaires et adresse le dossier au préfet.

Le préfet, en conformité de l'avis de l'Administration des télégraphes, accorde l'autorisation demandée.

### CHAPITRE II. — Permissions de voirie.

*Forme et présentation de la demande.*

*Art.* 3. — Toute demande de permission de voirie pour une distribution d'énergie électrique ne s'étendant que sur un département est adressée au préfet, qui en donne récépissé et la transmet immédiatement à l'ingénieur en chef du contrôle.

Si la distribution doit s'étendre sur plus d'un département, la demande est adressée au Ministre des Travaux publics, qui désigne le service chargé de l'instruction, transmet le dossier à ce service et en avise les préfets des départements intéressés et le demandeur.

*Art.* 4. — La demande indique le lieu où le pétitionnaire élit domicile et où lui seront valablement faites par l'Administration toutes notifications utiles. Elle est accompagnée d'un avant-projet comprenant :

1° Un extrait de carte à l'échelle de 1/80 000e;

2° Un plan général et une nomenclature des voies publiques à emprunter;

3° Un mémoire indiquant la destination et l'importance de la distribution, l'emplacement et la nature des ouvrages projetés;

4° Des dessins donnant les types des installations à établir sur le domaine public.

Le pétitionnaire fournit, sur la demande du service du contrôle, des exemplaires du dossier en nombre suffisant pour l'instruction.

*Instruction de la demande et délivrance des permissions pour les distributions qui empruntent des voies dépendant de la grande voirie, des chemins de grande communication ou des chemins d'intérêt commun.*

*Art.* 5. — Lorsque la distribution doit emprunter en tout ou partie des voies dépendant de la grande voirie, des chemins vicinaux de grande communication ou des chemins d'intérêt commun, l'ingénieur en chef consulte les ingénieurs et agents voyers préposés à l'administration de ces voies.

Il communique à chacun des maires des communes traversées l'extrait du dossier concernant sa commune. Dans le délai de quinze jours, les maires renvoient à l'ingénieur en chef les pièces communiquées en formulant leurs observations sur les permissions qui sont de la compétence du préfet et en joignant à leur envoi les arrêtés portant délivrance des permissions de voirie pour les voies qui sont de leur compétence ou, à défaut, en indiquant les motifs qui s'opposent à la délivrance de ces permissions.

Digitized by Google

Si la demande prévoit une distribution d'éclairage, le délai imparti aux maires est porté à un mois pour les communes où doit être distribuée la lumière ; les maires de ces communes provoquent l'avis du Conseil municipal et le joignent au dossier.

Si la demande vise une ou plusieurs communes où existent déjà des concessions de distribution d'énergie, l'ingénieur en chef invite les concessionnaires antérieurs à fournir leurs observations dans le délai de quinze jours.

L'instruction terminée, l'ingénieur en chef transmet, avec son rapport, un exemplaire du dossier au préfet de chaque département.

*Art.* 6. — Dans le cas où il y a accord entre les services intéressés et où, en cas de distribution d'éclairage, aucun Conseil municipal n'a fait d'opposition, le préfet délivre les permissions qui sont de sa compétence, en raison de la nature des voies publiques à emprunter, et remet au demandeur les permissions délivrées par les maires pour les chemins vicinaux ordinaires, les chemins ruraux et les voies urbaines, ou les délivre lui-même en vertu des pouvoirs qui lui sont conférés par l'article 98 de la loi municipale du 5 avril 1884 et en avise les maires.

*Art.* 7. — En cas de désaccord entre les services intéressés ou d'opposition d'un Conseil municipal à une distribution d'éclairage, le dossier est transmis au Ministre des Travaux publics, qui, après avis du Ministre de l'Intérieur, renvoie ce dossier au préfet avec ses instructions.

*Art.* 8. — Dans tous les cas où la distribution projetée doit emprunter, autrement que par une simple traversée, des voies dépendant de la grande voirie et non affectées à la circulation publique, le préfet, avant de statuer, transmet le dossier au Ministre des Travaux publics, qui, après examen, lui renvoie ce dossier avec ses instructions.

*Art.* 9. — Lorsque la demande vise plusieurs départements, chaque préfet transmet le dossier, avec son avis, au Ministre des Travaux publics, qui, après examen, lui renvoie ce dossier, en lui faisant connaître dans quelles conditions les permissions de voirie doivent être accordées. S'il y a désaccord entre les services intéressés ou s'il y a opposition d'une commune en cas de distribution d'éclairage, le Ministre des Travaux publics prend, au préalable, l'avis du Ministre de l'Intérieur.

*Instruction de la demande et délivrance des permissions pour les distributions qui empruntent exclusivement des chemins vicinaux ordinaires, des chemins ruraux ou des voies urbaines.*

*Art.* 10. — Pour les distributions qui empruntent exclusivement des chemins vicinaux ordinaires, des voies rurales ou des voies urbaines, l'ingénieur en chef adresse le dossier au maire de chaque commune avec son avis sommaire.

Les maires des communes où existe déjà une distribution publique concédée invitent le concessionnaire antérieur à fournir ses observations dans un délai maximum de dix jours, à l'expiration duquel il est passé outre.

Aussitôt après avoir statué, les maires en avisent l'ingénieur en chef et lui envoient un duplicata des permissions délivrées.

*Branchements nouveaux.*

*Art.* 11. — Sauf disposition contraire de la permission initiale, tout branchement nouveau doit faire l'objet d'une permission spéciale.

*Revision et révocation des permissions de voirie.*

*Art.* 12. — Les permissions de voirie autorisant des distributions d'énergie électrique peuvent être revisées sous les conditions ordinaires des arrêtés réglementaires relatifs à ces permissions.

Elles peuvent être révoquées sous les mêmes conditions et, notamment, si le permissionnaire ne se conforme pas, après mise en demeure, aux obligations qui lui sont imposées soit par sa permission, soit par les lois et règlements. Les permissions sont également révocables si la distribution cesse d'être affectée à la destination qui avait motivé l'autorisation.

## CHAPITRE III. — Concessions simples, sans déclaration d'utilité publique

### SECTION I. — Présentation de la demande et mise a l'enquête

*Forme et présentation de la demande.*

*Art.* 13. — Toute demande en concession d'une distribution d'énergie électrique est adressée :

Au Ministre des Travaux publics si, conformément à l'article 6 de la loi du 15 juin 1906, la concession est de la compétence de l'État et s'étend sur plusieurs départements;

Au préfet si la concession est de la compétence de l'État et ne s'étend que sur un département;

Aux maires si la concession est de la compétence d'une commune ou d'un syndicat de communes.

*Art.* 14. — La demande est accompagnée d'un dossier comprenant :

1° Un extrait de carte à l'échelle de 1/80000e;

2° Un mémoire descriptif indiquant la destination et l'importance de l'entreprise, les conditions générales et les dispositions principales de la distribution;

3° Un projet de tarif maximum pour la vente de l'énergie électrique.

*Mise à l'enquête.*

*Art.* 15. — Si la concession est de la compétence de l'État, le Ministre ou le préfet statue sur la mise à l'enquête après instruction faite par le service du Contrôle.

Si la concession est de la compétence d'une commune ou d'un syndicat de communes, le maire ou le président du syndicat, après avis sommaire de l'ingénieur en chef du Contrôle, soumet le dossier au conseil municipal ou aux conseils municipaux intéressés, qui décident s'il y a lieu de procéder à l'enquête.

Quand l'enquête a été décidée par l'autorité compétente, il est procédé dans les conditions déterminées ci-après.

### SECTION II. — Enquête, instruction et décision dans le cas de concession a accorder par l'État

*Arrêté d'enquête.*

*Art.* 16. — Un arrêté du préfet de chacun des départements où s'étend la distribution fixe la date de l'ouverture de l'enquête, indique les localités où elle est ouverte, nomme les membres de la Commission d'enquête, en désigne le président et fixe le lieu de ses réunions.

Cet arrêté est affiché dans toutes les communes qui doivent être desservies ou traversées par la distribution d'énergie électrique dont la concession est demandée. Il est justifié de cette formalité par un certificat du maire.

*Composition de la Commission d'enquête.*

*Art.* 17. — Chaque Commission d'enquête se compose de trois membres au moins et de sept au plus, choisis parmi les

Digitized by Google

principaux propriétaires d'immeubles, négociants et industriels de la région.

*Durée de l'enquête.*

*Art.* 18. — Le projet de la concession, ainsi que les registres destinés à recevoir les observations auxquelles peut donner lieu l'entreprise projetée, reste déposé pendant 15 jours à la mairie de chaque commune desservie ou traversée.

Les pièces et extraits de dossiers sont fournis par le demandeur en concession et à ses frais, en autant d'exemplaires qu'il y a de communes desservies ou traversées.

*Réunion de la Commission d'enquête.*

*Art.* 19. — A l'expiration du délai de 15 jours ci-dessus fixé, la Commission d'enquête se réunit sur la convocation du préfet. Elle examine les déclarations consignées aux registres de l'enquête, entend toutes personnes qu'elle juge à propos de consulter et donne son avis motivé, tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui ont été posées par l'Administration ou soulevées au cours de l'enquête.

Ces diverses opérations, dont il est dressé procès-verbal, doivent être terminées dans un délai de 8 jours.

Aussitôt que le procès-verbal de la Commission d'enquête est clos, et, au plus tard, à l'expiration du délai ci-dessus fixé, le président de la Commission adresse ce procès-verbal avec les registres et les autres pièces de l'enquête au préfet, qui transmet immédiatement le dossier à l'ingénieur en chef du Contrôle.

*Remplacement de la Commission d'enquête par un commissaire enquêteur.*

*Art.* 20. — Pour les affaires de moindre importance, le préfet peut désigner, au lieu de la Commission d'enquête, un commissaire enquêteur chargé de procéder à l'enquête dans les mêmes formes que la Commission.

*Avis des conseils municipaux.*

*Art.* 21. — En même temps qu'il est procédé à l'enquête, le préfet invite les conseils municipaux des communes intéressées à délibérer sur l'utilité et la convenance de l'entreprise.

Les procès-verbaux de leurs délibérations doivent être adressés à l'ingénieur en chef du Contrôle dans le délai de 1 mois à dater de la communication du dossier.

*Instruction de la demande.*

*Art.* 22. — L'ingénieur en chef du Contrôle, sur le vu du dossier de l'enquête, entend les concessionnaires antérieurs, provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, invite le demandeur à faire connaître ses observations et propositions, dans le cas où des objections ou conditions auraient été formulées, soit au cours de l'enquête, soit pendant l'instruction, et transmet le dossier au préfet de chaque département, avec son rapport, en y joignant l'adhésion du demandeur, ou ses observations en cas de refus, ainsi que les adhésions des divers services intéressés, ou leurs observations en cas de désaccord.

*Délivrance de la concession.*

*Art.* 23. — Lorsque la concession projetée ne doit s'étendre que dans un département, et s'il y a accord entre les divers services et communes intéressés, le préfet signe l'acte de concession au nom de l'État.

S'il y a désaccord entre les services ou les communes intéressés, le préfet transmet le dossier avec son avis au Ministre des Travaux publics. Le Ministre, après avoir consulté le Comité d'électricité, renvoie le dossier au préfet avec ses instructions. Le préfet notifie la décision au demandeur et signe l'acte de concesion.

Lorsque la concession doit s'étendre sur plusieurs départements, chaque préfet transmet le dossier au Ministre des Travaux publics avec son avis. Le Ministre consulte le Comité d'électricité, en cas de désaccord entre les services ou les communes intéressés. Il prend l'avis du Ministre de l'Intérieur, statue sur les conditions auxquelles la concession peut être accordée, les notifie au demandeur et passe l'acte de concession au nom de l'État.

*Modifications au cahier des charges-type.*

*Art.* 24. — Dans tous les cas où l'acte de concession comporte des modifications ou dérogations au cahier des charges-type arrêté en exécution de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906, le dossier est transmis par les soins du Ministre des Travaux publics au Conseil d'État, avec les avis du Ministre de l'Intérieur, du Ministre de l'Agriculture et de l'Administration des Postes et Télégraphes. L'approbation de la concession est prononcée par décret, conformément aux dispositions de l'article 7 de la loi.

SECTION III. — ENQUÊTE, INSTRUCTION ET DÉCISION DANS LE CAS DE CONCESSION A ACCORDER PAR UNE COMMUNE OU UN SYNDICAT DE COMMUNES.

*Enquête.*

*Art.* 25. — Lorsque la concession doit être donnée par une commune ou un syndicat de communes, il est procédé à l'enquête comme il est indiqué au chapitre précédent, sauf les modifications ci-après.

Le préfet nomme toujours un commissaire enquêteur, au lieu de la Commission d'enquête prévue à l'article 17, et désigne la commune à la mairie de laquelle le commissaire enquêteur entendra les dépositions.

Le délai pendant lequel l'enquête reste ouverte dans les conditions prévues à l'article 18 est réduit à huit jours.

Le délai imparti au commissaire enquêteur pour effectuer les opérations prévues à l'article 19 est réduit à trois jours.

Aussitôt que le procès-verbal de l'enquête est clos, et au plus tard à l'expiration du délai de trois jours ci-dessus fixé, le commissaire enquêteur adresse le dossier au préfet qui le transmet immédiatement à l'ingénieur en chef du Contrôle.

*Instruction.*

*Art.* 26. — L'ingénieur en chef provoque, s'il y a lieu, une conférence entre les services intéressés, entend les concessionnaires antérieurs, puis transmet le dossier, avec les observations ou propositions, au maire ou au président du syndicat.

*Délivrance de la concession.*

*Art.* 27. — Si une entente s'établit entre la commune ou le syndicat de communes et le demandeur, et si les conditions de l'entente sont conformes à l'avis des services intéressés, le maire ou le président du syndicat passe l'acte de concession et l'adresse à l'ingénieur en chef du Contrôle, qui, après vérification, le soumet à l'approbation du préfet. Pour les syndicats comprenant des communes situées dans des départements différents, l'acte de concession est soumis à l'approbation du préfet du département auquel appartient la commune, siège de l'association.

Digitized by Google

S'il y a désaccord entre les services intéressés ou si une entente s'établit entre la commune ou le syndicat de communes et le demandeur, contrairement à l'avis desdits services, le maire ou le président du syndicat transmet le dossier au préfet, qui l'adresse au Ministre des Travaux publics. Le Ministre consulte le Comité d'électricité, prend l'avis du Ministre de l'Intérieur et renvoie le dossier au préfet avec ses instructions. Le préfet notifie la décision du Ministre au maire ou au président du syndicat, qui passe l'acte de concession et l'envoie à l'ingénieur en chef du Contrôle pour être soumis, après vérification, à l'approbation du préfet.

*Modifications au cahier des charges-type.*

*Art.* 28. — Dans tous les cas où l'acte de concession passé par le maire ou le président du syndicat comporte des modifications ou dérogations au cahier des charges-type, la concession ne devient définitive qu'après avoir été approuvée dans les conditions prévues par l'article 24 ci-dessus.

## CHAPITRE IV. — Concessions avec déclaration d'utilité publique formalités de l'instruction

*Présentation de la demande, enquête et instruction.*

*Art.* 29. — Les demandes en concession d'une distribution d'énergie électrique avec déclaration d'utilité publique sont présentées, soumises à l'enquête, instruites, et l'acte de concession est passé conformément aux prescriptions du Chapitre III du présent règlement. Dans tous les cas, le dossier est adressé au Ministre des Travaux publics avec l'acte de concession passé par l'autorité locale compétente ou avec le projet d'acte à passer par le Ministre.

*Déclaration d'utilité publique.*
*Approbation de l'acte de concession en Conseil d'État.*

*Art.* 30. — Le Ministre des Travaux publics, après avoir complété le dossier, s'il y a lieu, par l'acte de concession revêtu de sa signature, le transmet au Conseil d'État de concert avec le Ministre de l'Intérieur et avec les avis du Ministre de l'Agriculture et de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

La déclaration d'utilité publique est prononcée, et la concession approuvée par décret, conformément aux dispositions de l'article 11 de la loi du 15 juin 1906.

## CHAPITRE V. — Instruction et approbation des projets définitifs. — enquêtes pour l'établissement des servitudes prévues par l'article 12 de la loi du 15 juin 1906.

### SECTION I. — INSTRUCTION ET EXAMEN DES PROJETS

*Instruction des projets définitifs.*

*Art.* 31. — Aucune installation de distribution ne peut être exécutée sur la voie publique sans que le projet définitif en ait été préalablement soumis à l'examen des services intéressés. Il n'est dérogé à cette règle que dans le cas prévu à l'article 35 ci-après.

*Art.* 32. — Les projets sont adressés à l'ingénieur en chef du contrôle en cinq exemplaires au moins pour chaque département traversé, et en plus grand nombre si l'ingénieur en chef le requiert pour accélérer l'instruction.

*Art.* 33. — L'ingénieur en chef transmet des exemplaires du dossier aux divers services intéressés, en vue des conférences prévues à l'article 14 de la loi du 15 juin 1906.

Dans le cas de distribution dont le contrôle est de la compétence des communes, les services de contrôle organisés par les municipalités et leurs services de voirie sont appelés à participer aux conférences et à présenter leurs propositions.

*Approbation des projets.*

*Art.* 34. — S'il y a accord entre les services intéressés et si l'entrepreneur de la distribution a pris par écrit les engagements auxquels serait subordonnée l'exécution des travaux, l'ingénieur en chef autorise cette exécution.

S'il n'y a pas accord entre les services intéressés et le demandeur, l'ingénieur en chef adresse le dossier au ministre des Travaux publics, qui le soumet au Comité d'électricité.

Si les ministres intéressés adhèrent à l'avis du Comité, le ministre des Travaux publics renvoie le dossier à l'ingénieur en chef avec ses instructions. Si les ministres intéressés n'adhèrent pas tous à l'avis du Comité, il est statué en Conseil des ministres.

*Exécution de lignes secondaires et de branchements.*

*Art.* 35. — Les travaux qui se bornent à la création d'une ligne secondaire ou d'un branchement ayant pour unique objet de relier un immeuble à une canalisation existant sur ou sous la voie publique, peuvent être exécutés par les concessionnaires, sans autorisation préalable, à charge par ceux-ci de prévenir huit jours à l'avance le service du Contrôle, le service de la voirie et les autres services intéressés, et sous la condition expresse qu'aucune opposition ne soit formulée dans le délai ci-dessus fixé.

Pareille faculté peut être, sous les mêmes conditions, ouverte par les permissions de voirie, en ce qui concerne les branchements particuliers.

S'il y a opposition motivée, le projet de l'ouvrage doit être soumis à l'examen de l'ingénieur en chef du Contrôle et instruit dans les formes prévues ci-dessus.

### SECTION II. — ENQUÊTE POUR L'ÉTABLISSEMENT DES SERVITUDES PRÉVUES PAR L'ARTICLE 12 DE LA LOI DU 15 JUIN 1906

*Enquête relative aux servitudes.*

*Art.* 36. — L'enquête pour l'établissement des servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage prévues à l'article 12 de la loi du 15 juin 1906, a lieu sur un plan parcellaire indiquant toutes les propriétés atteintes par les servitudes, avec les renseignements nécessaires pour faire connaître la nature et l'étendue des sujétions en résultant.

Le plan des propriétés frappées de servitudes, mentionnant les noms des propriétaires tels qu'ils sont inscrits sur les matrices des rôles, reste déposé pendant huit jours à la mairie de la commune où les propriétés sont situées. Avertissement de l'ouverture de l'enquête est donné collectivement aux intéressés par voie d'affichage à la mairie. Notification directe des travaux projetés est, en outre, donnée par le maire aux intéressés. Le maire certifie les notifications et affiches; il mentionne, sur un procès-verbal qu'il ouvre à cet effet, les réclamations et déclarations qui lui ont été faites verbalement et y annexe celles qui lui sont adressées par écrit.

A l'expiration du délai de huitaine, un commissaire enquêteur, nommé par le préfet, reçoit les observations et appelle, s'il le juge convenable, les propriétaires intéressés. Le commissaire signe le procès-verbal d'enquête, y joint son avis motivé et remet immédiatement, avec toutes les pièces de l'instruction, le dossier au maire, qui le transmet sans délai à l'ingénieur en chef du Contrôle.

Si l'exécution des travaux projetés comporte des expropria-

Digitized by Google

tions, il est procédé à l'enquête pour l'établissement des servitudes en même temps qu'à l'enquête prévue par le titre II de la loi du 3 mai 1841.

*Modification éventuelle des projets. Approbation du tracé.*

*Art.* 37. — L'ingénieur en chef du Contrôle communique au concessionnaire le dossier de l'enquête.

Le concessionnaire peut, s'il le juge utile, modifier le projet, en vue de tenir compte des observations faites à l'enquête.

Si les modifications ainsi apportées au projet frappent de servitude des propriétés nouvelles ou aggravent des servitudes antérieurement prévues, notification directe en est donnée par le maire aux intéressés, qui ont un délai de huit jours pour présenter leurs observations.

Le projet, modifié ou non par le concessionnaire, est adressé par l'ingénieur en chef du Contrôle au préfet, qui approuve le tracé et notifie son approbation au concessionnaire.

## CHAPITRE VI. — Conditions générales et d'intérêt public auxquelles doivent satisfaire les ouvrages.

*Bonne exécution des ouvrages.*

*Art.* 38. — Tous les ouvrages établis sur le domaine public sont exécutés en matériaux de bonne qualité, mis en œuvre suivant les règles de l'art.

Les dispositions techniques adoptées pour les ouvrages, ainsi que les conditions de leur exécution, doivent satisfaire aux prescriptions des arrêtés pris par le ministre des Travaux publics, en exécution de l'article 19 de la loi du 15 juin 1906.

En cas de désaccord entre le permissionnaire ou concessionnaire et les services intéressés sur l'application de ces arrêtés à des ouvrages antérieurement exécutés, il est statué par le ministre des Travaux publics après avis du Comité d'électricité.

*Lignes télégraphiques ou téléphoniques et lignes de signaux établies pour la sécurité de l'exploitation.*

*Art.* 39. — Les entrepreneurs de distribution d'énergie électrique sont tenus d'établir et d'entretenir à leurs frais les lignes télégraphiques ou téléphoniques ou les lignes de signaux reconnues nécessaires par le service du Contrôle pour assurer la sécurité de l'exploitation.

Nul entrepreneur de distribution ne peut faire ou laisser faire usage de ces lignes, ni pour les besoins du service commercial de la distribution, ni pour tous autres motifs étrangers à la sécurité de l'exploitation, s'il n'a obtenu l'autorisation de l'administration des Postes et Télégraphes, conformément aux lois et règlements relatifs à l'exercice du monopole des correspondances télégraphiques.

Les projets des lignes télégraphiques ou téléphoniques et des lignes de signaux établies en vertu du premier paragraphe du présent article, sont soumis à l'approbation de l'administration des Postes et Télégraphes, qui prescrit toutes les dispositions nécessaires pour empêcher qu'aucune atteinte soit portée au monopole de l'État. En cas de désaccord, il est statué par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité.

*Emprunt de supports existants par de nouveaux permissionnaires ou concessionnaires.*

*Art.* 40. — Tout permissionnaire ou concessionnaire est tenu, si l'Administration le requiert, de laisser utiliser ses poteaux par d'autres titulaires de permissions ou concessions empruntant la même voie, mais sans qu'il puisse en résulter pour lui aucune gêne dans l'exploitation, ni aucune augmentation de charge.

Le nouvel occupant verse, à titre de droit d'usage, au premier occupant, une indemnité proportionnée aux avantages que lui procure la communauté.

En cas de désaccord sur le principe ou les conditions techniques de la communauté, il est statué par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité.

## CHAPITRE VII. — Exécution et réception des travaux. Mise en service.

*Avis à donner avant le commencement des travaux.*

*Art.* 41. — Avant de commencer les travaux d'une distribution, le permissionnaire ou concessionnaire doit en donner avis, quatre jours au moins à l'avance, au service du Contrôle.

Il doit, en outre, avant l'ouverture de tout chantier sur la voie publique, en aviser dans le même délai :

1° Les services de voirie intéressés;

2° Le service des Postes et des Télégraphes, si des lignes télégraphiques et téléphoniques sont intéressées;

3° Les propriétaires de toutes canalisations touchées par les travaux.

Le permissionnaire ou concessionnaire est dispensé de se conformer au délai de quatre jours ci-dessus indiqué pour l'ouverture des chantiers sur la voie publique en cas d'accident exigeant une réparation immédiate. Dans ce cas, il peut exécuter sans délai tous travaux nécessaires, à charge d'en aviser en même temps les services intéressés et de justifier l'urgence dans un délai maximum d'au moins 24 heures.

*Réception des travaux et mise en exploitation.*

*Art.* 43. — Avant la mise en service des ouvrages terminés, il est procédé à leur réception. L'ingénieur en chef du Contrôle fixe la date des essais et convoque les représentants des services intéressés.

Si les essais sont satisfaisants, tant au point de vue du fonctionnement de la distribution elle-même qu'à celui de la sécurité et du maintien de la circulation publique et des communications télégraphiques ou téléphoniques, la réception des ouvrages est prononcée.

Sur le vu du procès-verbal de réception, le préfet ou l'ingénieur en chef du Contrôle délégué à cet effet, délivre l'autorisation de circulation du courant prévue par l'article 15 de la loi du 15 juin 1906.

Les lignes et branchements établis conformément aux dispositions de l'article 35 ci-dessus, peuvent être mis en service sans essais de réception.

*Dessin des ouvrages de distribution.*

*Art.* 45. — Dans le délai de six mois après la mise en service de chaque distribution, le permissionnaire ou concessionnaire est tenu d'en remettre le plan au service du Contrôle. Au plan doivent être joints des dessins complets des ouvrages principaux, en plan, coupe et élévation, dressés à l'échelle prescrite par l'Administration et donnant tous les détails et renseignements utiles.

Des coupes détaillées à l'échelle prescrite font connaître les dispositions spéciales adoptées dans les traversées de chaussée et sur tous les points pour lesquels la production de ces documents a été requise par l'ingénieur en chef du Contrôle.

Le nombre d'expéditions des plans et dessins à fournir est fixé par l'ingénieur en chef du Contrôle; un exemplaire en est remis, dans tous les cas, à l'ingénieur des Télégraphes.

Digitized by Google

*Revision annuelle des plans et dessins.*

*Art.* 44. — Une fois par an, au moins, les plans et les dessins des distributions sont revisés et mis au courant par le permissionnaire ou concessionnaire.

*Établissement d'office des plans et dessins.*

*Art.* 45. — Faute par le permissionnaire ou concessionnaire de fournir les plans et dessins ou de les tenir à jour, il y est pourvu d'office et à ses frais par les soins du service du Contrôle.

Il est procédé de la même façon, si les dessins fournis sont reconnus inexacts ou incomplets.

CHAPITRE VIII. — POLICE ET SÉCURITÉ DE L'EXPLOITATION.

*Entretien et exploitation.*

*Art.* 46. — Les distributions d'énergie électrique et toutes les installations qui en dépendent doivent être constamment entretenues en bon état.

Les permissionnaires ou concessionnaires sont tenus de prendre toutes les mesures nécessaires pour que l'exécution des travaux et l'exploitation de la distribution n'apportent ni gêne ni trouble aux services publics.

*Forme des réquisitions prévues par l'article 17 de la loi.*

*Art.* 47. — En cas de troubles apportés aux services publics, les réquisitions visées à l'article 17 de la loi du 15 juin 1906 sont adressées à l'ingénieur en chef du Contrôle, sous forme de lettres recommandées, soit par les ingénieurs des télégraphes, en ce qui concerne l'administration des Postes et des Télégraphes, soit par les représentants des autres services intéressés.

Elles spécifient notamment :

1° La nature des perturbations qu'il s'agit de faire cesser ou de prévenir;

2° Les conditions dans lesquelles les perturbations ont été constatées, avec indication spéciale des procès-verbaux qui auraient été dressés en exécution du décret-loi du 27 décembre 1851 ou de tout autre acte législatif;

3° Les mesures qu'il paraît nécessaire de prévoir dans l'intérêt de la sécurité publique ou de la sûreté et de la régularité des communications télégraphiques ou téléphoniques;

4° S'il y a lieu, l'injonction à adresser au permissionnaire ou concessionnaire d'avoir à couper le courant par application de l'article 48 du présent règlement.

*Interruption du courant sur réquisition du service du contrôle et des autres services intéressés.*

*Art.* 48. — Le permissionnaire ou concessionnaire est tenu de couper le courant sur l'injonction de l'ingénieur en chef du contrôle, lorsque le mauvais fonctionnement de la distribution est de nature à compromettre la sécurité publique, ou lorsque la coupure est nécessaire pour permettre aux services publics d'effectuer, dans l'intérêt de la sécurité, la visite, la réparation ou la modification de quelque ouvrage dépendant de ces services.

En cas d'accident de personne ou de danger grave, les agents du contrôle assistant l'ingénieur en chef et les fonctionnaires autorisés, par l'article 17 de la loi du 15 juin 1906, à adresser des réquisitions au service du contrôle peuvent enjoindre, par les voies les plus rapides, au permissionnaire ou concessionnaire de couper le courant. Avis de l'injonction est, dans tous les cas, donné immédiatement à l'ingénieur en chef du contrôle, qui prend d'urgence les mesures nécessaires pour sauvegarder la sécurité et peut requérir, à cet effet, le concours des autorités locales.

*Postes de secours en cas d'accident.*

*Art.* 49. — Aux endroits désignés par le préfet, le permissionnaire ou concessionnaire entretient les médicaments et moyens de secours nécessaires en cas d'accident et affiche les instructions relatives aux mesures à prendre dans ce cas, conformément aux prescriptions du Ministre des Travaux publics.

*Mesures concernant la protection des distributions d'énergie et la liberté de la circulation.*

*Art.* 50. — Il est défendu à toute personne étrangère au service des distributions d'énergie et aux services publics intéressés :

1° De déranger, altérer, modifier ou manœuvrer, sous quelque prétexte que ce soit, les appareils et ouvrages qui dépendent de la distribution;

2° De rien placer sur les supports, conducteurs et tous organes de la distribution, de les toucher ou de rien lancer qui puisse les atteindre;

3° De pénétrer, sans y être autorisé régulièrement, dans les immeubles dépendant de la distribution et d'y introduire ou laisser introduire des animaux.

*Vérifications et instruments de mesure.*

*Art.* 51. — Le permissionnaire ou concessionnaire est tenu, toutes les fois qu'il en est requis, d'effectuer devant les agents du contrôle toutes les mesures nécessaires à la vérification des conditions électriques de la distribution ou de mettre à la disposition de ces agents les instruments de mesure nécessaires pour leur permettre d'effectuer eux-mêmes des vérifications qu'ils jugeraient utiles dans l'intérêt de la police et de la sécurité de l'exploitation.

Dans le cas où des troubles seraient constatés sur des lignes télégraphiques ou téléphoniques, les ingénieurs des télégraphes peuvent exiger que les vérifications soient faites par eux-mêmes ou en leur présence.

*Déclaration d'accidents.*

*Art.* 52. — Toutes les fois qu'il arrive un accident entraînant mort d'homme ou blessure grave, le permissionnaire ou concessionnaire en fait immédiatement la déclaration, par la voie la plus rapide, à l'agent local du contrôle technique; cette déclaration est faite, soit verbalement, soit par exprès, soit par dépêche télégraphique ou téléphonique, et confirmée par lettre. Avis en est envoyé à l'ingénieur en chef du contrôle et au procureur de la République par la voie la plus rapide.

Avis doit également être donné, à l'ingénieur en chef du contrôle et à l'agent local du contrôle technique, des incendies graves ou troubles importants survenus dans le service de la distribution.

CHAPITRE IX. — RELATIONS DES ENTREPRISES DE DISTRIBUTION AVEC LA VOIRIE, LES CONCESSIONS DE TRAVAUX PUBLICS ET LES DISTRIBUTIONS VOISINES.

*Modifications apportées aux distributions dans l'intérêt de la voirie et des riverains.*

*Art.* 53. — Le permissionnaire ou concessionnaire doit, toutes les fois qu'il en est requis par l'autorité compétente pour un motif de sécurité publique ou dans l'intérêt de la voirie, opérer à ses frais le déplacement des parties de cana-

Digitized by Google

lisation qui lui sont désignées. Il ne résulte pour lui, de ce fait, aucun droit à indemnité.

Si des modifications sont faites par les riverains aux entrées et accès des immeubles et propriétés en bordure des routes et chemins empruntés, le permissionnaire ou concessionnaire est tenu d'apporter à ses installations les modifications requises par l'Administration.

*Traversée de concessions préexistantes par des distributions.*

*Art.* 54. — Lorsqu'une distribution d'énergie électrique traverse les ouvrages d'une concession préexistante (chemin de fer, distribution d'énergie, etc.), les mesures nécessaires sont prises pour qu'aucune des deux entreprises n'entrave le bon fonctionnement de l'autre.

Les travaux de modification de toute nature qui seraient à faire dans la concession préexistante, et tous dommages résultant de la traversée, sont à la charge du permissionnaire ou concessionnaire de la distribution nouvelle.

En cas d'accord entre les divers services intéressés, les mesures à prendre sont fixées par arrêté préfectoral; en cas de désaccord, elles le sont par décision du Ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité.

*Modifications aux distributions nécessitées par des travaux publics.*

*Art.* 55. — Dans le cas où l'État, les départements ou les communes ordonnent ou concèdent soit la construction de routes nationales, de routes départementales, de chemins vicinaux, de voies ferrées, de canaux, soit l'installation de communications télégraphiques ou téléphoniques ou de distributions d'énergie et, d'une manière générale, l'exécution de travaux publics qui traversent une distribution et obligent à la modifier, le permissionnaire ou le concessionnaire ne peut s'opposer à ces travaux.

Le permissionnaire ou le concessionnaire doit apporter à ses propres installations toutes les modifications prescrites par le Ministre des Travaux publics.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour que les modifications ainsi imposées par l'Administration n'apportent aucun obstacle au service de la distribution d'énergie préexistante.

*Recours en cas de dommages aux distributions.*

*Art.* 56. — Aucun recours ne peut être exercé contre l'État, les départements ou les communes par le permissionnaire ou le concessionnaire d'une distribution :

Soit à raison des dommages que le roulage ordinaire pourrait occasionner aux ouvrages de la distribution placés sur ou sous le sol des voies publiques;

Soit à raison de l'état de la chaussée, des accotements, des trottoirs ou des ouvrages, et des conséquences de toute nature qui pourraient en résulter;

Soit à raison des travaux exécutés sur la voie publique dans l'intérêt de la sécurité publique ou de la voirie;

Soit à raison des travaux exécutés pour l'entretien des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Le permissionnaire ou concessionnaire conserve son droit de recours contre les tiers.

*Dommages occasionnés par les distributions.*

*Art.* 57. — Les indemnités pour dommages résultant de l'établissement ou de l'exploitation d'une distribution sont entièrement à la charge du permissionnaire ou du concessionnaire, qui reste responsable de toutes les conséquences dommageables de son entreprise, tant envers l'État, les départements et les communes qu'envers les tiers.

CHAPITRE X. — Dispositions diverses.

*Comptes rendus statistiques annuels.*

*Art.* 58. — Tout permissionnaire ou concessionnaire doit adresser, à l'ingénieur en chef du contrôle, chaque année, le 15 avril au plus tard, des états statistiques, conformes aux modèles qui seront arrêtés par le Ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité, et comprenant les renseignements techniques relatifs à l'année entière, du 1er janvier au 31 décembre. Ces renseignements peuvent être publiés en tout ou en partie.

*Forme des conférences entre les services intéressés.*

*Art.* 59. — Les conférences prévues par l'article 14 de la loi du 15 juin 1906 ont lieu à un seul degré. Elles sont ouvertes par l'ingénieur en chef du contrôle, qui établit un exposé de l'objet de la conférence et adresse un exemplaire du dossier au chef de chaque service intéressé pour chaque département et, dans tous les cas, au représentant de l'Administration des postes et télégraphes. L'ingénieur en chef provoque en même temps les observations de toute personne dont il juge l'intervention utile pour l'instruction de l'affaire.

Les chefs de service intéressés, après examen, renvoient le dossier à l'ingénieur en chef du contrôle et formulent leurs avis ou observations en ce qui concerne leurs services respectifs.

Sur le vu de ces avis ou observations, l'ingénieur en chef du contrôle formule ses conclusions et clôt le procès-verbal de la conférence.

En cas de désaccord des services intéressés, l'ingénieur en chef du contrôle provoque une conférence effective entre les chefs de service ou leurs délégués. Si l'accord n'intervient pas au cours de cette conférence, le procès-verbal relatant les avis de tous les services intéressés est adressé sans délai au Ministre des Travaux publics pour être statué ainsi qu'il appartiendra.

*Dispositions transitoires.*

*Art.* 60. — Pour toutes les distributions au sujet desquelles une instruction est également ouverte, les enquêtes et autres formalités régulièrement accomplies, conformément aux règles antérieurement en vigueur, seront considérées comme valables. En cas de contestation, il sera statué par le Ministre des Travaux publics.

*Exécution du présent règlement.*

*Art.* 61. — Le président du Conseil, Ministre de l'Intérieur, le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes et le Ministre de l'Agriculture sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 3 avril 1908.

A. Fallières.

Par le Président de la République :
*Le président du Conseil, Ministre de l'Intérieur,*
G. Clémenceau.

*Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,*
Louis Barthou.

*Le Ministre de l'Agriculture,*
J. Ruau.

Digitized by Google

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par M.* H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

383 559. — **Fabrik elektrischer Zunder Gesellschaft mit beschränkter Haftung.** — *Procédé pour la fabrication de corps formant résistances électriques* (28 octobre 1907).

383 373. — **De Modzelewski.** — *Condensateur à électrodes d'aluminium* (28 octobre 1907).

383 405. — **Schroder.** — *Conducteurs électriques à enveloppes en fer* (29 octobre 1907).

383 462. — **Baumann.** — *Compteur d'électricité* (31 octobre 1907).

383 474. — **Savart et Graindorge.** — *Trembleur électrique* (31 octobre 1907).

383 556. — **Artom.** — *Appareil récepteur pour signalations électriques* (10 janvier 1907).

383 540. — **Basset.** — *Pile ou générateur d'électricité* (31 octobre 1907).

383 635. — **Noyau.** — *Perfectionnements aux piles primaires* (5 novembre 1907).

383 641. — **Fry.** — *Perfectionnements dans les procédés et appareils pour la production d'électricité au moyen de la vapeur* (6 novembre 1907).

383 596. — **Fontaine.** — *Contacts électriques* (12 janvier 1907).

383 609. — **Strode et White.** — *Perfectionnements aux dispositifs de connexions électriques* (5 novembre 1907).

383 695. — **Scheffler et Schumacher.** — *Bornes pour la jonction des fils conducteurs d'électricité* (8 novembre 1907).

383 620. — **Société Ernst Eisemann et Cie.** — *Connexion pour câbles* (5 novembre 1907).

383 700. — **Raworth.** — *Méthode et appareils pour le contrôle des appareils électriques* (8 novembre 1907).

384 499. — **Lotz.** — *Procédé et dispositif pour la génération de tensions auxiliaires ou de courants arbitraires dans les machines électriques ou appareils, particulièrement dans les instruments électriques de mesures, compteurs électriques et autres* (16 octobre 1907).

384 503. — **Fodor.** — *Appareil servant à raccorder les fils de courant et autres* (26 octobre 1907).

384 510. — **Arcioni.** — *Wattmètre pour circuits triphasés* (11 novembre 1907).

384 517. — **Fabre dit Carrus.** — *Coupe-circuit automatique à plombs multiples* (27 novembre 1907).

384 526. — **Société Veddovelli, Priestley et Cie.** — *Ligne électrique à haute tension.*

384 613. — **Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Système de montage d'éléments électrolytiques à soupapes ou d'appareils semblables à fonctionnement de soupape faisant obtenir du courant continu approximativement constant* (3 décembre 1907).

384 671. — **Schaller.** — *Procédé relatif au fonctionnement des installations électriques ayant pour objet le réglage de la tension du circuit d'utilisation* (4 décembre 1907).

384 714. — **Lecoche.** — *Commutateur* (6 décembre 1907).

384 765. — **Anzalone.** — *Monophone* (25 novembre 1907).

384 553. — **Gross.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (30 novembre 1907).

384 535. — **The Westinghouse Metal Filament Lamp Cº.** — *Perfectionnements dans la fabrication des filaments métalliques* (29 novembre 1907).

384 887. — **Hass.** — *Anti-contact pour récepteurs téléphoniques* (10 décembre 1907).

384 762. — **Société Ernst Eisemann et Cie.** — *Cage polaire pour appareils d'allumage* (22 novembre 1907).

384 867. — **Société Sautter, Harle et Cie.** — *Système de commande asservie* (18 février 1907).

384 879. — **Société Jullien et Dessolle.** — *Application de clinquants électrolytiques à la construction des balais des machines électriques* (10 décembre 1907).

384 744. — **Baumann.** — *Compteur d'électricité à tarif multiple* (11 novembre 1907).

384 846. — **Société anonyme Le Carbone.** — *Prise de courant à montage et démontage rapides* (9 décembre 1907).

384 868. — **Guenet.** — *Trembleur* (10 décembre 1907).

384 909. — **Synchronous Static Cº.** — *Appareil producteur de courants à haute fréquence* (11 décembre 1907).

384 870. — **Birkeland.** — *Appareil pour la production d'oscillations électriques* (10 décembre 1907).

384 915. — **Letang.** — *Disposition du filament dans les lampes à incandescence* (11 décembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### AFFAIRES NOUVELLES

**Société hydro-électrique de l'eau d'Olle.** — Société anonyme sous le régime de la législation française.

Statuts sous seings privés déposés au rang des minutes de Me Maguet, notaire à Grenoble, le 7 octobre 1907.

Siège social à Lancey (Isère).

La Société a pour objet la création de chutes d'eau sur le ruisseau de l'Eau-d'Olle et ses affluents (Isère), la création et l'exploitation de forces motrices hydrauliques et électriques.

La durée de la Société est de 30 années à compter du jour de sa constitution définitive (11 octobre 1907).

Le capital primitif de 1 200 000 fr a été porté à 2 400 000 fr en vertu des deux délibérations des assemblées générales extraordinaires des actionnaires tenues à Grenoble les 17 février et 18 mars 1908. Les actions ont toutes été souscrites et sont libérables en numéraire. Le capital initial est libéré entièrement; quant aux 1 200 000 fr de capital complémentaire, ils sont libérés d'un quart.

Obigations : aux termes d'une délibération des actionnaires du 11 octobre 1907, le conseil d'administration a été autorisé à contracter un emprunt hypothécaire au premier rang de 1 200 000 fr, lequel emprunt n'a été réalisé à ce jour que pour 500 000 fr avec hypothèque sur les immeubles sociaux. Ces 500 000 fr seront remboursés au moyen de l'emprunt dont il va être parlé.

L'assemblée générale annuelle se réunit dans les trois mois qui suivent la clôture de l'exercice social. Les assemblées générales ordinaires et extraordinaires sont convoquées par un avis inséré 15 ou 25 jours au moins à l'avance dans un journal de Grenoble. Les réunions ont lieu aux endroits fixés par le conseil d'administration.

Digitized by Google

L'année sociale commence le 1er juillet et finit le 30 juin. Par exception, le premier exercice ne comprendra que le temps à courir du jour de la constitution définitive au 30 juin 1908.

Sur les bénéfices nets, il est prélevé : 5 pour 100 pour la réserve légale; la somme nécessaire pour servir aux actionnaires un intérêt de 5 pour 100 et les prélèvements autorisés par l'assemblée générale pour un fonds de réserve facultatif ou un compte d'amortissement. Le surplus est ainsi réparti : 5 pour 100 au conseil d'administration et 95 pour 100 aux actionnaires.

La société n'a pas encore dressé de bilan.

Une assemblée générale extraordinaire des actionnaires en date du 18 mars 1908 a autorisé le conseil d'administration à emprunter une somme de 2 600 000 fr remboursable par voie de tirage au sort en 30 années, à partir de 1912.

L'assemblée a décidé de contracter cet emprunt par l'émission en une ou plusieurs fois et au pair de 5200 obligations hypothécaires de 500 fr chacune produisant un intérêt annuel de 5 pour 100 moins l'impôt.

Ces 2 600 000 fr serviront à amortir l'emprunt de 500 000 fr existant et ils seront garantis par une hypothèque sur tous les immeubles sociaux, par des nantissements de marchés de force motrice et par un cautionnement de la Société hydro-électrique de Laval, Société anonyme dont le siège est à Lancey (Isère).

## ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Compagnie française des accumulateurs électriques « Union ».** — L'assemblée ordinaire de cette compagnie s'est tenue le 7 avril dernier. Les comptes qui furent soumis à l'approbation des actionnaires font ressortir un bénéfice net de 111 118,75 fr en légère augmentation sur celui de l'exercice précédent.

En raison de la prudence commandée par le maintien de la situation satisfaisante de la trésorerie, aucun dividende n'a été distribué et le bénéfice a été consacré à différents amortissements.

Pendant l'année 1907 le développement de la société s'est accentué, le chiffre d'affaires traitées ayant été constitué par un plus grand nombre de commandes diverses reparties dans une clientèle plus nombreuse.

Il y a lieu de mentionner parmi les plus importantes batteries nouvelles dont l'installation fut confiée à cette compagnie, celle destinée à l'éclairage de la ville de Nimes, celle livrée à la Société toulousaine d'électricité, qui possède déjà des appareils du système « Union » et, enfin, la batterie commandée par la Compagnie d'électricité de Limoges, dont l'installation est sur le point d'être terminée.

La situation financière reste assez satisfaisante, comme le fait d'ailleurs ressortir le bilan exposé ci-dessous :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Apports | 425 000,00 fr. |
| Frais de constitution | 1,00 |
| Frais de premier établissement | 1,00 |
| Terrain | 144 748,75 |
| Constructions « Union » | 802 042,35 |
| Matériel et outillage | 638 970,65 |
| Mobilier | 7 415,45 |
| Frais d'études d'affaires nouvelles | 10 611,00 |
| Dépôts et cautions | 3 890,00 |
| Marchandises en magasin et en fabrication | 505 819,40 |
| Caisse et banquiers | 575 584,65 |
| Effets à recevoir et portefeuille | 7 970,00 |
| Débiteurs divers | 475 126,76 |
| Total | 3 195 181,01 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 2 500 000,00 fr. |
| Réserve statutaire | 8 745,09 |
| Réserve pour entretien forfaitaire des batteries | 40 000,00 |
| Compte d'amortissement | 250 000,00 |
| Créditeurs divers | 285 319,19 |
| Profits et pertes | 111 118,75 |
| Total | 3 195 181,01 fr. |

Les disponibilités, y compris les marchandises et les débiteurs divers s'élevant ensemble à la somme de 1 160 500,11 fr, compensent maintenant largement le passif exigible, représenté par les créditeurs divers et s'élevant à 285 319,19 fr. Dans ces conditions et tout en conservant les principes de prudence qui l'ont guidé, le Conseil d'administration se résoudra-t-il l'année prochaine à proposer un léger dividende aux actionnaires.

Satisfaits des déclarations entendues, les actionnaires en fin de séance ont approuvé sur la proposition du Conseil les résolutions suivantes :

*Première résolution.* — L'assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui du Commissaire, ainsi que les comptes de l'exercice 1907, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés, et arrête, en conséquence, à la somme de 111 118,75 fr le solde créditeur du compte de profits et pertes.

*Deuxième résolution.* — L'assemblée générale décide d'employer le solde du compte profits et pertes de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| 1° Aux divers amortissements indiqués au rapport du Conseil d'administration | 18 023,45 fr. |
| 2° A Provision pour entretien de batteries | 56 057,50 |
| 3° Au compte Amortissements | 50 000,00 |
| 4° A reporter au prochain exercice | 7 035,98 |
| Total | 111 118,75 fr. |

*Troisième résolution.* — L'assemblée générale réélit comme administrateurs MM. Delorme, Thurnauer, Turcas.

*Quatrième résolution.* — L'assemblée générale décide qu'il y aura un commissaire chargé du rapport à faire à l'assemblée générale sur les comptes de l'exercice 1908, ce commissaire devant, en cas d'empêchement, être remplacé par un commissaire suppléant.

Elle nomme M. Louis Guéroult commissaire et M. Jacques Mars commissaire suppléant.

La rémunération du commissaire est fixée à 500 fr, qui seront attribués au commissaire suppléant, dans le cas où le titulaire serait empêché de remplir son mandat.

*Cinquième résolution.* — L'assemblée générale donne, en tant que de besoin, à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres sociétés ou maisons, les approbations et les autorisations exigées par la loi du 24 juillet 1867, en raison des affaires traitées ou pouvant être traitées avec lesdites sociétés ou maisons.

**Société d'Électricité de Paris.** — L'assemblée générale des actionnaires de cette Société s'est tenue le 30 janvier dernier, sous la présidence de M. Daniel Berthelot, président du Conseil d'administration.

Durant l'exercice qui s'est terminé le 30 juin 1907, l'administration de cette Société a continué de développer ses installations et d'étendre son champ d'action dans des conditions assez satisfaisantes, à tel point que la Société touche au terme de la période de préparations, l'usine de Saint-Denis devant bientôt disposer d'une puissance de plus de 60 000 poncelets et l'utilisation normale de cette puissance paraissant assurée pour l'avenir prochain par des contrats de longue durée.

En ce qui concerne les travaux, la situation au 31 décembre dernier était la suivante : l'extension de la salle des machines et du bâtiment des tableaux, le deuxième groupe de

Digitized by Google

chaufferies, de cheminées et de silos à charbon et à cendres sont achevés; le magasin, l'atelier des réparations, trois pavillons pour chefs de service sont également terminés.

Le bâtiment d'administration, les installations hygiéniques pour les ouvriers, les annexes pour le concierge, pour le service médical, sont en bonne voie d'exécution. Deux pavillons pour ingénieurs sont à l'étude.

Cinq sur les six nouveaux groupes sont complètement installés dans la salle des machines; le dixième groupe est en montage. Deux des trois nouvelles turbines diphasées sont raccordées aux anciennes chaufferies.

Deux des trois alternateurs diphasés sont raccordés aux câbles de l'Union des Secteurs. Les nouveaux tableaux sont en montage.

Sont en train et seront probablement achevés d'ici quelques mois les montages des chaudières dans les nouvelles chaufferies, des convoyeurs du charbon et des cendres dans celles-ci et dans les nouveaux silos, des tuyauteries et des pompes dans le nouveau bâtiment des pompes.

Comme on le sait, cette Société a déjà passé des contrats de vente de courant avec la Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris, avec les Tramways Nord-Parisiens, avec la Société d'Éclairage et de Force par l'électricité, et avec le Secteur Édison auxquels il y a lieu d'ajouter celui qui a été conclu avec l'Union des Secteurs Parisiens. Ce contrat assure à la Société d'Électricité de Paris 60 pour 100 environ de l'excédent de consommation d'électricité à partir de 1907.

Cette consommation a tendance à s'accroître dans des proportions assez sensibles et cela d'après les demandes constatées depuis l'application du nouveau régime et des tarifs réduits. Il y a lieu de penser que de ce chef les secteurs Parisiens, pour faire face aux besoins nouveaux, auront recours à l'usine de Saint-Denis pour le supplément d'énergie électrique et, dans ce but, leur premier soin a été de la raccorder avec leurs divers réseaux de distribution.

L'administration de la Société d'Électricité de Paris s'est tenue en parfait accord avec eux et participe pour une somme importante à la constitution de la Compagnie Parisienne de distribution d'électricité, qui succédera aux secteurs actuels.

En ce qui concerne le Métropolitain, le contrat prévoit l'alimentation régulière pendant une quarantaine d'années d'un réseau d'environ 50 kilomètres, qui avec les lignes alimentées par l'usine de Bercy, constitue l'ensemble de la première concession de cette compagnie.

En outre, la convention signée entre la Ville de Paris et la Compagnie du Métropolitain, à laquelle est intervenue la Société d'Électricité de Paris, prévoit que pour les lignes ultérieurement concédées, la Compagnie du Métropolitain aura à demander à la Société d'Électricité de Paris de tenir à sa disposition une puissance installée de 400 kilowatts par kilomètre de ligne; or le réseau complémentaire dont le Conseil municipal approuva récemment la concession comporte une extension d'une quarantaine de kilomètres.

Le rapport du Conseil d'administration fait remarquer que, si l'application des grands contrats ne se fait pas du jour au lendemain, au moins l'aléa est réduit au minimum, d'abord par la durée même des contrats, ensuite parce que les prix de revient, grâce au perfectionnement des machines, ne peuvent sensiblement varier au préjudice de la Société. Quant aux variations du prix des combustibles, les principaux contrats de vente de l'énergie mettent la Société à l'abri de leur répercussion possible.

Comme nous l'avons dit, la Société n'en était encore qu'à sa période de préparation; aussi n'est-il pas étonnant que malgré l'importance du bénéfice obtenu 1 581 780,40 fr, le Conseil d'administration n'ait pas cru devoir proposer une répartition quelconque.

Voici d'ailleurs comment se présentent le compte de profits et pertes et le bilan au 30 juin 1907 :

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Recettes.*

| | |
|---|---|
| Report de l'exercice précédent | 438 887.31 fr. |
| Produits industriels et bénéfices sur ventes diverses | 984 445,04 |
| Intérêts, coupons du portefeuille, loyers de terrains et de constructions, escomptes divers | 219 612,32 |
| Total | 1 642 944,67 fr. |

*Dépenses.*

| | |
|---|---|
| Frais généraux d'administration et abonnement au timbre des actions | 61 164,23 fr. |
| Solde créditeur | 1 581 780,44 |
| Total | 1 642 944,67 fr. |

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Caisses et banques | 5 894 396.07 fr. |
| Débiteurs et avances diverses | 771 254,54 |
| Approvisionnements | 235 378,05 |
| Portefeuille | 6 075 601,15 |
| Premier établissement | 21 078 502,77 |
| Total | 34 055 152,58 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital : 100 000 actions de 250 fr | 25 000 000.00 fr. |
| — 10 000 parts bénéficiaires | Mémoire. |
| Créditeurs divers | 7 473 352.14 |
| Profits et pertes | 1 581 780,44 |
| Total | 34 055 152,58 fr. |

Après une assez longue discussion au cours de laquelle le président donna les renseignements qui lui étaient demandés, une motion présentée par un actionnaire et tendant à faire porter à la réserve légale une somme de 79 089,02 fr a été repoussée à une forte majorité.

Personne ne demandant ensuite la parole, les résolutions suivantes mises aux voix furent adoptées :

*Première résolution.* — L'assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice 1906-1907 clos le 30 juin 1907 et décide de reporter à nouveau la somme de 1 581 780,44 fr solde bénéficiaire du compte de profits et pertes.

*Deuxième résolution.* — L'assemblée générale ratifie la nomination comme membres du Conseil d'administration de M. Roch Boulvin pour une durée de six années, et de M. André Berthelot, remplaçant M. L. Genis, décédé, pour tout le temps restant à courir de l'exercice de son prédécesseur.

*Troisième résolution.* — L'assemblée générale appelée, en conformité de l'article 15 des statuts, à procéder au renouvellement partiel du Conseil d'administration, réélit administrateur pour une période de six années M. Daniel Berthelot, administrateur sortant et rééligible.

*Quatrième résolution.* — L'assemblée nomme commissaires des comptes pour l'exercice 1907-1908, MM. Mary et Renvillon, avec faculté pour chacun d'eux de procéder séparément en cas de décès, démission ou empêchement de l'autre. La rémunération de chaque commissaire reste fixée à 1000 fr.

*Cinquième résolution.* — L'assemblée générale donne en tant que besoin, et conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, l'autorisation à ceux des administrateurs qui font partie de diverses sociétés ayant des rapports avec la Société d'Électricité de Paris, de conclure des traités ou marchés avec ladite Société.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 749. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 394. 25 Mai 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Un nouveau mode de préparation des filaments de tantale. — Action du courant alternatif sur les lampes à filament de tantale. — Barrage creux en ciment armé. — Échauffement des paquets de tôle. — L'entretien des collecteurs des moteurs de tramways. — Une usine hydraulico-électrique à 4200 m d'altitude. — La traction électrique en Espagne . . . . . 217

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Étranger :* Moosburg. . . . . 220

NÉCROLOGIE. — Eugène Meylan. **Ch.-Ed. Guillaume.** . . 220

TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE D'ENGELBERG A LUCERNE. **A. Z.** . 221

ESSAIS COMPARATIFS DE DIFFÉRENTS TYPES DE VENTILATEURS ÉLECTRIQUES. **Henry.** . . . . . 229

ISOLATEURS POUR HAUTES TENSIONS. **L. Conge.** . . . . . 251

LA VOITURE-PHARE AUTO-MIXTE DE LA COMPAGNIE DES TÉLÉGRAPHISTES DU GÉNIE D'ANVERS. **Pierre Hospitalier.** . . . . . 252

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 9 avril 1908 :* Sur la présence des raies d'étincelle dans le spectre de l'arc, par **Ch. Fabry** et **H. Buisson.** . . . . . 234

*Séance du 13 avril 1908 :* Sur un hydroscope électrique de grande sensibilité, par **J. Pionchon.** — Sur les changements magnétiques du spectre du fluorure de silicium observés parallèlement au champ, par **A. Dufour.** . . . 234

*Séance du 21 avril 1908 :* Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs, par **F. Nègre.** — Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaine des puys, par **B. Brunhes** et **P. David** . . . . . 234

*Séance du 27 avril 1908 :* Sur l'ionisation de l'air par la lumière ultra-violette, par **E. Bloch.** — De la vitesse de transport des ions H, Cl et OH dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, par **E. Doumer** . . . . . 235

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 6 mai 1908 :* Progrès récents de l'électrométallurgie. . . . . 236

BIBLIOGRAPHIE. — Essais des machines électriques. Mesures mécaniques, par F. LOPPÉ. — Manuel pratique de galvanoplastie et de dépôts électrochimiques, par ANDRÉ BROCHET. — Toute la chimie par l'Électricité, par JULES SÉVERIN. . . 237

BREVETS D'INVENTION. . . . . 238

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblées générales :* Compagnie des Tramways d'Anvers. — Compagnie mutuelle de Tramways. — Éclairage électrique de Saint-Pétersbourg. 239


## INFORMATIONS

**Un nouveau mode de préparation des filaments de tantale.** — Comme suite au résumé que nous avons publié dernièrement (*L'Industrie électrique*, n° 395, du 10 mai 1908, p. 194), nous indiquerons le procédé de M. Bouhard pour la préparation des filaments de tantale, lequel paraît assez simple et ne nécessite pas en tous cas un outillage compliqué.

On dissout 100 parties de tantalate de potassium dans 3000 parties d'eau, on ajoute ensuite de l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. Après plusieurs heures de repos, le précipité est filtré, lavé et repris dans 1000 parties d'eau à 65° C.

On ajoute 5 pour 100 d'acide oxalique, et le précipité se redissout. L'excès d'acide oxalique est neutralisé par de l'ammoniaque, et dans la liqueur on ajoute 3 pour 100 d'acide soit sulfurique soit chlorhydrique; on peut alors l'utiliser pour déposer électriquement le tantale. On utilise pour cela une anode de charbon ou de platine, tandis que la cathode est constituée par un fil très fin de platine ou même de charbon (filament de lampe). Le tantale se dépose bien avec une tension de 2 volts aux bornes du bain. Quand ce métal a atteint une épaisseur suffisante, le filament est retiré et placé dans des ampoules dont on extrait l'air très soigneusement. Il paraîtrait que le niobium peut être traité d'une façon analogue. A. S.

**Action du courant alternatif sur les lampes à filament de tantale.** — On sait que les lampes à filament de tantale ont une durée plus courte lorsqu'elles sont alimentées par du courant alternatif que lorsqu'elles reçoivent du courant continu. L'*Association électrotechnique italienne* a recherché la cause de ce phénomène et elle l'explique par les vibrations rapides résultant des attractions électrodynamiques qui s'exercent entre les portions voisines du filament. L'examen microscopique de ce filament montre d'ailleurs qu'avec le courant alternatif il prend une structure cristallisée présentant, des cassures tandis qu'il reste homogène avec le courant continu.

D'autre part, nous lisons dans le n° 19 du *Bulletin de l'Université d'Illinois*, que M. H. Amrine a fait des essais comparatifs sur des lampes à filament de charbon ordinaire, de charbon graphitique et de tantale. Les lampes furent essayées à la fois sur du courant continu et sur du courant alternatif. Dans le premier cas elles furent reliées à une batterie d'accumulateurs et dans le second à un réseau à courant alternatif qui était le siège de fortes fluctuations de tension. En estimant comme durée utile de la lampe le temps pendant lequel elle avait fourni jusqu'à 80 pour 100 de son intensité lumineuse du début, la durée dans les conditions les plus favo-



Digitized by Google

rables, c'est-à-dire avec le courant continu, fut trouvée de 400 heures pour la lampe à filament de charbon, 780 heures avec le charbon graphitique et 820 heures avec le tantale. Dans les plus mauvaises conditions, c'est-à-dire avec le courant alternatif, les durées furent trouvées respectivement de 225, 350 et 350 heures, ce qui montre que même dans ce cas la lampe à filament de tantale était restée supérieure au filament de charbon ordinaire. A. S.

**Barrage creux en ciment armé.** — M. H. Bellet donne, dans le numéro de mars 1908 de la *Houille blanche*, les renseignements suivants sur le barrage de l'usine hydraulico-électrique de Warrior's Ridge.

Le barrage, de 114,3 m de longueur, est établi sur un gravier argileux, reposant sur un rocher résistant, et s'appuie sur la rive gauche contre l'usine. Sa hauteur varie de 6,86 à 8,38 m de la crête à la paroi inférieure de la dalle horizontale de fondation. Des murs de garde, à l'amont et à l'aval descendent jusqu'au rocher.

La coupe du barrage a la forme d'un trapèze, dont la base supérieure forme la crête. A l'intérieur sont disposés des murs de contrefort espacés de 3,05 m d'axe en axe, la partie inférieure de ces murs a une épaisseur de 457 mm sur une hauteur de 1,27 m, à partir de la dalle du bas; la partie supérieure de ces murs a 254 mm d'épaisseur et est percée d'une ouverture pour le passage de service entre les deux rives, qui est donc placé à l'intérieur du barrage.

Le parement amont est constitué par une dalle en béton armé inclinée à 45° et ayant une épaisseur de 229 mm au sommet et de 381 mm à la base. Le parement aval est constitué dans sa partie centrale par une dalle inclinée à 2 de base pour 3 de hauteur, d'une épaisseur uniforme de 229 mm, qui se raccorde aux extrémités supérieure et inférieure à deux courbes, s'incurvant en sens inverse l'une de l'autre, afin de faciliter l'écoulement de l'eau.

A sa partie supérieure cette dalle est percée d'un certain nombre de trous de 76 mm de diamètre légèrement inclinés sur l'horizontale, afin d'empêcher la formation du vide sous la lame déversante et d'éviter tout tremblement du barrage.

Pour éviter toute sous-pression à l'amont, on a percé la dalle de fondation d'un certain nombre de trous de 152,4 mm de diamètre formant drains verticaux, à l'aval un drain horizontal de même diamètre, évacue les eaux d'infiltration.

Le renforcement métallique du béton est réalisé au moyen de barres d'acier cannelées de section carrée ayant 10 mm de côté. Les murs de contrefort intérieurs sont renforcés par des barres horizontales et des barres inclinées suivant les parements.

Les dalles de parement amont et aval, ainsi que la crête sont renforcées par des barres horizontales disposées près de la paroi intérieure. L'espacement de ces barres sur le parement aval est de 0,165 m; sur le parement amont il varie de 0,1524 m à 0,1143 à la base. La dalle de fondation qui répartit sur le sol les efforts auxquels sont soumis les contreforts intérieurs est renforcée à sa partie supérieure par des barres horizontales espacées de 0,61 m dans le sens longitudinal et de 0,762 dans le sens transversal. Près de la paroi inférieure le renforcement consiste seulement en barres longitudinales espacées de 0,305 m.

Les murs de garde sont renforcés par des barres verticales espacées de 0,762 m et par des barres horizontales espacées de 0,914 m.

Pour les contreforts, les murs de garde et la dalle de fondation, le béton a été dosé à raison de 1 partie de ciment pour 3 de sable, et 6 parties de pierres calcaires cassées passant à travers un anneau de 19 mm de diamètre. Pour les parements et la crête, ce dosage a été porté à 1 partie de ciment pour 2 de sable et 4 de pierres cassées.

Pour construire le barrage, on a commencé par établir un batardeau mettant à sec une première moitié de la rivière du côté de l'usine et l'on procéda aux fondations de cette partie de l'installation, puis on construisit les contreforts intérieurs et les murs de garde. Les parements furent installés ensuite, tout en ménageant 6 baies pour laisser passer l'eau pendant l'achèvement du reste du barrage.

Pour terminer, on établit en avant des contreforts un barrage à poutrelles permettant de terminer le parement amont, et d'obturer ainsi l'ouverture provisoire. F. L.

**Échauffement des paquets de tôle.** — M. L. Ott, du laboratoire de l'école supérieure technique royale de Munich, a, ainsi que le publie l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 27 février dernier, procédé à des essais sur l'échauffement des paquets de tôle.

Il a étudié particulièrement trois points : 1° la conductibilité de la chaleur dans une direction perpendiculaire aux feuilles de tôle, la chaleur devant franchir successivement des couches de papier isolant et de tôle; 2° la conductibilité parallèlement aux feuilles de tôle; 3° la conductibilité extérieure, c'est-à-dire la dispersion de la chaleur à l'extérieur, l'air étant tranquille ou en mouvement.

Les paquets soumis aux expériences étaient placés entre deux récipients pleins d'eau, dont l'un servait à réchauffer le paquet et l'autre recevait la chaleur; des thermo-éléments disposés à l'intérieur du paquet de tôles en divers points permettaient d'en déterminer la température, celle de l'eau des vases était mesurée au moyen de thermomètres. Les côtés libres du paquet étaient protégés contre la dispersion de la chaleur par des calorifuges.

Les essais ont été entrepris dans une cave où la température restait constante et les appareils étaient disposés de telle sorte que l'opérateur n'avait pas besoin d'y pénétrer.

La conductibilité thermique parallèlement aux feuilles a été déterminée et a la valeur 0,1365 se rapportant à la surface de l'ensemble papier et tôles.

La conductibilité perpendiculairement aux feuilles de tôle est de 50 à 130 fois moins élevée.

Lors des essais de dispersion de la chaleur, on a dirigé le long de la surface du paquet un courant d'air à diverses vitesses (entre 0 et 30 m : s); la surface étant brute, faiblement ou fortement vernie.

Dans l'air tranquille la surface fortement vernie dispersait mieux la chaleur que la surface faiblement ou pas vernie; pour de grandes vitesses de l'air, l'inverse avait lieu. La dispersion dépend linéairement de la vitesse de l'air. Pour une surface fortement vernie on a :

$$T = \frac{P}{\Sigma s} \frac{335}{1 + 0{,}107\, v},$$

pour une surface faiblement ou pas du tout vernie :

$$T = \frac{P}{\Sigma s} \cdot \frac{460}{1 + 0{,}25\, v}.$$

Relations dans lesquelles $P$ est la puissance rayonnée en watts; $\Sigma s$, la surface totale en cm²; $v$, la vitesse de l'air en m : s; $T$, la température en degrés centigrades.

Ces formules ne sont strictement valables que pour les surfaces perpendiculaires aux feuilles de tôle. Elles ne doivent pas être appliquées sans réserve aux machines électriques, car dans ces dernières les surfaces de front interviennent moins dans la dispersion de la chaleur que les surfaces latérales; la diminution de l'échauffement due à des rainures de ventilation provient moins de l'augmentation de la surface que de l'augmentation de la vitesse de l'air.

Dans le même numéro de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, M. G. Schmaltz, de Hanovre, fait les remarques suivantes au sujet des essais de M. Ott.

Digitized by Google

Dans les essais qu'il a entrepris, M. Ott a opéré sur des paquets de tôle non magnétisés, et on ne peut étendre directement les résultats lorsque les tôles sont soumises à des actions magnétiques.

Les coefficients de conductibilité thermique des substances ferro-magnétiques ne sont nullement indépendants de leur état magnétique, ils varient avec la grandeur et la direction de la force magnétisante. Des essais récents ont montré que, pour une intensité d'aimantation de 12 000 gauss, on a une variation de la conductibilité thermique de 20 à 40 pour 100. Il y a toujours diminution de la conductibilité dans la direction du flux magnétique; on admet qu'elle ne varie pas dans une direction normale. F. L.

**L'entretien des collecteurs de moteurs de tramways.** — La direction des tramways municipaux de Francfort, publie dans son rapport sur l'exploitation de 1906-1907, les intéressants renseignements suivants.

En général les lames des collecteurs des moteurs de tramways sont isolés entre elles au moyen de mica, et il est absolument nécessaire que le mica et le cuivre aient la même dureté, de manière à ce que l'usure soit uniforme. La consommation toujours croissante de mica, a amené les fabriques à en employer ne répondant pas aux conditions voulues et dans une forte livraison de moteurs aux tramways de Francfort, on a constaté après un fonctionnement très court, une forte usure des collecteurs. Un examen attentif montra que les lames de mica dépassaient un peu la surface des lames de cuivre, de sorte que le contact entre les balais en charbon et les lames était défectueux. Le mauvais contact donnait lieu à des étincelles entrainant une usure rapide du collecteur. Des essais pour éviter cette usure, en polissant le collecteur sur le tour, n'ont eu aucun succès; on eut alors l'idée dans quelques moteurs, d'enlever la lame de mica à la surface, sur 1,5 mm de profondeur, de sorte que les balais ne frottent plus que sur le cuivre. La crainte de voir de la poussière de charbon se loger dans les rainures ainsi pratiquées et former des court-circuits, avait amené à placer des brosses spéciales pour enlever cette poussière, mais l'expérience a montré qu'elles étaient inutiles; la force centrifuge et le courant d'air régnant pendant la marche du tramway suffisent pour empêcher la poussière de s'accumuler dans les rainures. Actuellement les essais ont duré plus d'un an et 400 moteurs ont des collecteurs avec rainures.

Les collecteurs munis des rainures se comportent excessivement bien en service; au bout de peu de temps, ils prennent une couleur bleue noire. Les balais en charbon sont bien polis et ont très peu d'étincelles; le collecteur prend un très beau poli de sorte que l'usure des balais est minimum. On a beaucoup moins besoin de nettoyer les moteurs qu'auparavant afin d'enlever la poussière de charbon provenant des balais.

La pratique a montré qu'il suffit de donner aux rainures une profondeur de 0,5 mm. On a utilisé pour la confection de ces rainures en premier lieu des scies, mais actuellement on emploie des petites raboteuses spéciales, fixées à l'induit et manœuvrées à la main; au moyen de la machine on peut pratiquer en une heure, les rainures d'un collecteur.

Avec certains micas peu durs, on peut travailler plusieurs collecteurs avant d'affûter à nouveau l'outil. Afin d'éviter que la partie supérieure du mica restant présente des dents, il convient de faire la deuxième passe du rabot de faible épaisseur. Si par hasard il reste sur les côtés des lames minces de mica, après rabotage, on doit les enlever soigneusement ensuite.

Les collecteurs avec rainures, ne doivent pas être en contact avec de l'huile, car celle-ci agglutine les poussières de charbon, de sorte que les lames sont mises en court-circuit; c'est pour cela qu'aux tramways de Francfort, on lubrifie les paliers du côté des collecteurs au moyen de graisse consistante, tandis que le graissage à l'huile, qui donne d'excellents résultats est employé pour les paliers du côté des engrenages; comme les paliers du côté du collecteur s'usent, ainsi qu'on l'a constaté, beaucoup moins vite que les autres, l'emploi de graisse consistante n'a aucune influence sur l'entretien des paliers.

L'Administration ajoute dans son rapport que l'on a pu comparer les collecteurs de moteurs de tramways, ainsi modifiés, à des bagues de moteurs à courant alternatif utilisés dans ses ateliers, et qu'il est certain que l'entretien des collecteurs n'est pas plus difficile que celui des bagues quand il n'y a pas d'étincelles aux balais dues à d'autres causes électriques. F. L.

**Une usine hydraulico-électrique à 4200 m d'altitude.** — Sous ce titre la *Houille blanche* publie l'information suivante. La *Societad explotadora de Caylloma* a rouvert à l'exploitation les célèbres mines d'argent de Caylloma, situées sur le versant est de la Cordillère des Andes du Pérou, qui avaient été jadis exploitées par les « consquitadores » espagnols. Ces mines sont à une altitude variant de 4200 à 5000 m. Pour les atteindre, il faut partir de l'une des stations de la ligne de la Bolivie, puis faire deux jours de voyage à dos de mulets ou de lamas en grimpant jusqu'à 5400 m, de sorte que le charbon y revient à 180 fr la tonne. Dans de pareilles conditions, il ne pouvait être question que d'un seul mode de production de l'énergie, celui qui utilise la houille blanche.

On va utiliser deux chutes : l'une de 42 m sur la rivière Santiago, dont le débit est très variable; l'autre de 275 m, alimentée par le lac de Huaillacho, qui est aux sources mêmes du fleuve Amazone. La première chute actionnera une turbine à puissance variable tournant continuellement; la seconde chute comportera une roue Pelton, qui ne fonctionnera qu'aux moments d'insuffisance de la turbine. La tension à l'usine, distante d'environ 5 km de la mine, sera de 5500 volts, elle sera abaissée à 440 volts à la mine. F. L.

**La traction électrique en Espagne.** — Ainsi que l'annonce la *Revue polytechnique de Genève*, la Compagnie des chemins de fer du Sud de l'Espagne va appliquer la traction électrique à un tronçon de la ligne Almeria-Linarez. Ce tronçon, compris entre Santa-Fé et Gergal, a une longueur de 25 km, est à voie unique et présente une pente à peu près régulière de 27 pour 1000. Comme les locomotives à vapeur ne peuvent descendre cette pente qu'à faible vitesse, les trains ne se suivent qu'à de longs intervalles.

Le tonnage des minerais transportés sur cette ligne à la descente devenant de plus en plus considérable, la Compagnie se voit dans la nécessité de modifier cet état de choses; et, dans ce but, elle a décidé de remplacer sur ce tronçon ses locomotives à vapeur par des locomotives électriques, à courant triphasé, permettant de faire de la récupération. Les trains pesant de 150 à 300 tonnes marcheront à la vitesse de 25 km:h; on pourra ainsi faire partir un train toutes les heures, tandis qu'actuellement ils ne se suivent que de deux en deux heures.

Le courant sera fourni par l'usine hydraulico-électrique de Santa-Fé, qui est actuellement en construction. La Compagnie des chemins de fer possède du reste assez de chutes pour pouvoir appliquer ultérieurement la traction électrique à l'ensemble de la ligne. Le premier tronçon exploité électriquement sera inauguré cette année.

Le matériel électrique sera fourni par la maison Brown-Boveri de Baden (Suisse), qui devra livrer 5 locomotives. Chacune de celles-ci sera équipée de 2 moteurs triphasés de 230 kw. Normalement on accouplera 2 locomotives par train. Le courant à la tension de 5500 volts sera amené par 2 fils aériens, les rails formant la troisième phase. F. L.

Digitized by Google

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

ÉTRANGER

**Moosburg (Bavière).** — *Station centrale.* — Cette station, dont l'installation et les travaux de construction sont décrits en détail dans un article de M. K. Dantscher, paru dans le *Beton und Eisen* de novembre, décembre et janvier, est établie sur l'Isar et sert à l'alimentation en électricité de la ville de Munich.

Au-dessous de la petite ville de Moosburg, l'Isar décrit une grande courbe en forte pente, et c'est au milieu d'un canal de dérivation de 1 km environ, qui forme la corde de cette courbe, que se trouve cette station.

Elle utilise une chute de 8,5 m environ et peut disposer, en moyenne, d'une puissance de 1200 kw. A l'entrée de son canal d'alimentation, le niveau de l'Isar est relevé par un barrage fixe, prolongé par un barrage mobile et muni d'une triple écluse; la station contient trois groupes de quatre turbines, dont chacun actionne directement un alternateur triphasé à 5000 v et 50 périodes.

L'auteur, ainsi que l'indique le *Génie Civil*, donne des renseignements détaillés sur le tracé général du canal, la construction de sa prise d'eau, celle de l'usine hydro-électrique, et enfin sur l'installation de celle-ci.

## NÉCROLOGIE

### EUGÈNE MEYLAN

Eugène Meylan, qu'une cruelle fatalité nous a enlevé le 18 avril dernier, à l'âge de quarante-cinq ans, dans le plein épanouissement de ses talents et de son activité, avait révelé, dès ses années d'école, les dons multiples auxquels il dut plus tard ses succès dans les domaines les plus divers. D'une remarquable réceptivité, d'une extraordinaire rapidité de conception, il joignait à un esprit d'invention peu ordinaire, une culture rare, dont sa conversation révélait l'étendue et la profondeur.

Après des études dont on ne vit guère de plus brillantes à la Faculté technique de Lausanne, Eugène Meylan vint à Paris à la fin de 1884, appelé par son ami d'enfance, W.-F. Rechniewski, auprès duquel il entra dans la maison Barbier, dont Abdank-Abakanowicz était un des chefs; et les relations qu'il noua dès cette époque avec cet homme d'une haute intelligence le suivirent dans toute sa carrière.

Dans l'industrie nouvelle, dont les études scolaires ne pouvaient donner alors qu'une idée très lointaine, Meylan avait beaucoup à apprendre. S'assimilant les choses quotidiennes dans d'abondantes lectures, il fixait volontiers ses idées dans des chroniques qu'accueillait *la Lumière électrique*. Aussi lorsque, par suite de la retraite de Géraldy, le poste de secrétaire de la rédaction devint vacant à cette importante revue, Herz lui confia la direction du Journal. Sous un titre modeste, Meylan remplissait, en effet, les fonctions d'un rédacteur en chef, avec une indépendance presque absolue. La besogne était rude, Herz tenait à ses cent colonnes par mois, et il fallait trouver à les remplir, à une époque où l'intérêt pour les choses de l'électricité subissait une diminution passagère. L'étonnante érudition de Meylan, son esprit naturel, sa rapidité à concevoir et à formuler le secondaient puissamment; car lorsqu'au moment de mettre sous presse il manquait une dizaine de colonnes, il les fournissait sans peine de son cru.

Une seule fois Herz voulut imposer un article dont Meylan ne pouvait prendre la responsabilité; il n'hésita pas alors à quitter *la Lumière électrique*, suivi par une partie de ses amis.

Meylan revint à l'industrie. Avec Rechniewski, il créa, dans la maison Fichet-Heurtey, un compteur nouveau, qui, malheureusement, vit le jour au moment même où perçait l'instrument d'Elihu Thomson, qui le rendait inutile.

Ce fut vers cette époque qu'Abdank, ayant fondé le « Laboratoire Volta » pour l'étude des instruments de mesure, s'attacha Meylan, dont l'ingéniosité lui était bien connue. Et, après quelques années d'un labeur ininterrompu, toute une série d'appareils nouveaux et d'un type réellement industriel étaient prêts à entrer sur le marché. Une fusion avec la maison Gaiffe, suivie, après la mort d'Abdank, d'une cession à la Compagnie des Compteurs et du Matériel d'usine, permit à Meylan de diriger la construction des types qu'il avait créés, et qu'il ne cessait de perfectionner, en les adaptant aux besoins toujours renouvelés de l'industrie. C'est, sans aucun doute, dans les dernières années de sa vie que Meylan a déployé l'activité la plus continue, et concentré le plus complètement les forces de son intelligence sur un même ordre de problèmes. La Compagnie des Compteurs lui assurait une situation de tout repos; en échange, il l'alimentait sans cesse de ses inventions, dans lesquelles une profonde connaissance des théories s'allie le plus heureusement à des qualités pratiques de premier ordre. Décrire les appareils auquel Meylan a attaché son nom nous conduirait trop loin. Il suffira de signaler, comme dispositifs nouveaux et d'une portée générale : l'aimant rationnel, à entretien automatique de la saturation; le système d'enregistrement continu permettant d'inscrire les courbes pendant une longue période; l'addition à ce dispositif d'un système d'encrage illimité; la construction d'appareils thermiques à chauffe indépendante, entraînant une grande robustesse avec une faible consommation de courant; les appareils à lecture directe, seuls basés sur le principe de la balance électromagnétique, pour la mesure des fréquences; les appareils statiques pour les tensions jusqu'à 50000 volts, avec un système de condensateurs servant de réducteur; enfin, la compensation par un shunt magnétique en acier au nickel des aimants en vue d'assurer la constance du champ à toutes les températures usuelles. Mais outre ces créations personnelles, Meylan a collaboré à diverses études importantes : au laboratoire Volta, il avait participé aux expériences de Claude et Hess sur la dissolution de l'acétylène; à la Compagnie des Compteurs, il a étudié la construction de l'ondographe Hospitalier, du pyromètre Féry, du fluxmètre Grassot.

Depuis qu'il appartenait à la Compagnie des Compteurs, toute l'activité de Meylan était absorbée par la construction des instruments; mais, jusque-là, il avait conservé le contact avec les Revues électriques; il fut ainsi un collaborateur assidu de *l'Électricien*, et publia d'intéressantes études dans *l'Industrie*. Par la traduction qu'il a donnée d'un livre de Lodge, « Modern Views on Electricity », il a fait connaître aux électriciens français le mouvement des idées anglaises il y a une quinzaine d'années, à l'époque de leur pleine évolution.

Soit qu'il fût resté confiné dans le domaine industriel, soit que, cédant à un penchant naturel, il eût repris quelques travaux littéraires où il excellait, Meylan promettait encore beaucoup; souvent ballotté au gré des circonstances hostiles, heureux enfin dans un travail qui l'exemptait du souci et lui donnait d'abondantes satisfactions, il pouvait espérer de fructueuses années, grâce à son intelligence qui, malgré des succès variés, n'avait peut-être pas donné encore toute sa mesure. Sa mort n'en sera que plus vivement ressentie par tous ceux qu'elle a douloureusement frappés dans leur affection.

Ch.-Ed. Guillaume.

Digitized by Google

# TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

## D'ENGELBERG A LUCERNE

Dans une précédente étude nous avons montré la tendance qui existe en Suisse de créer des usines pouvant fournir soit des courants alternatifs triphasés, soit du courant alternatif simple.

Nous en donnerons aujourd'hui un exemple plus frappant en publiant une installation récente de transport d'énergie faite suivant ce système.

En 1897, la ville de Lucerne avait racheté l'usine électrique de Thorenberg, construite en 1884, dont la puissance était d'environ 450 poncelets; de plus, elle avait passé, avec l'usine électrique de Rathausen, un contrat pour la location d'une puissance de 675 poncelets; l'énergie empruntée à Rathausen servait à l'alimentation des moteurs de grande puissance et du réseau de tramways, tandis que l'usine de Thorenberg desservait les réseaux d'éclairage et les petits moteurs.

Mais, dès cette époque, la ville avait décidé la construction d'une usine nouvelle pouvant fournir à bon marché l'énergie électrique nécessaire à l'industrie et susceptible, par conséquent, d'être développée de façon à répondre aux besoins toujours croissants de celle-ci.

Après une étude approfondie, la ville de Lucerne fut conduite à créer sur l'Erlenbach une chute entre Obermatt et Engelberg, et le décret relatif à la construction de l'usine fut signé le 31 août 1902.

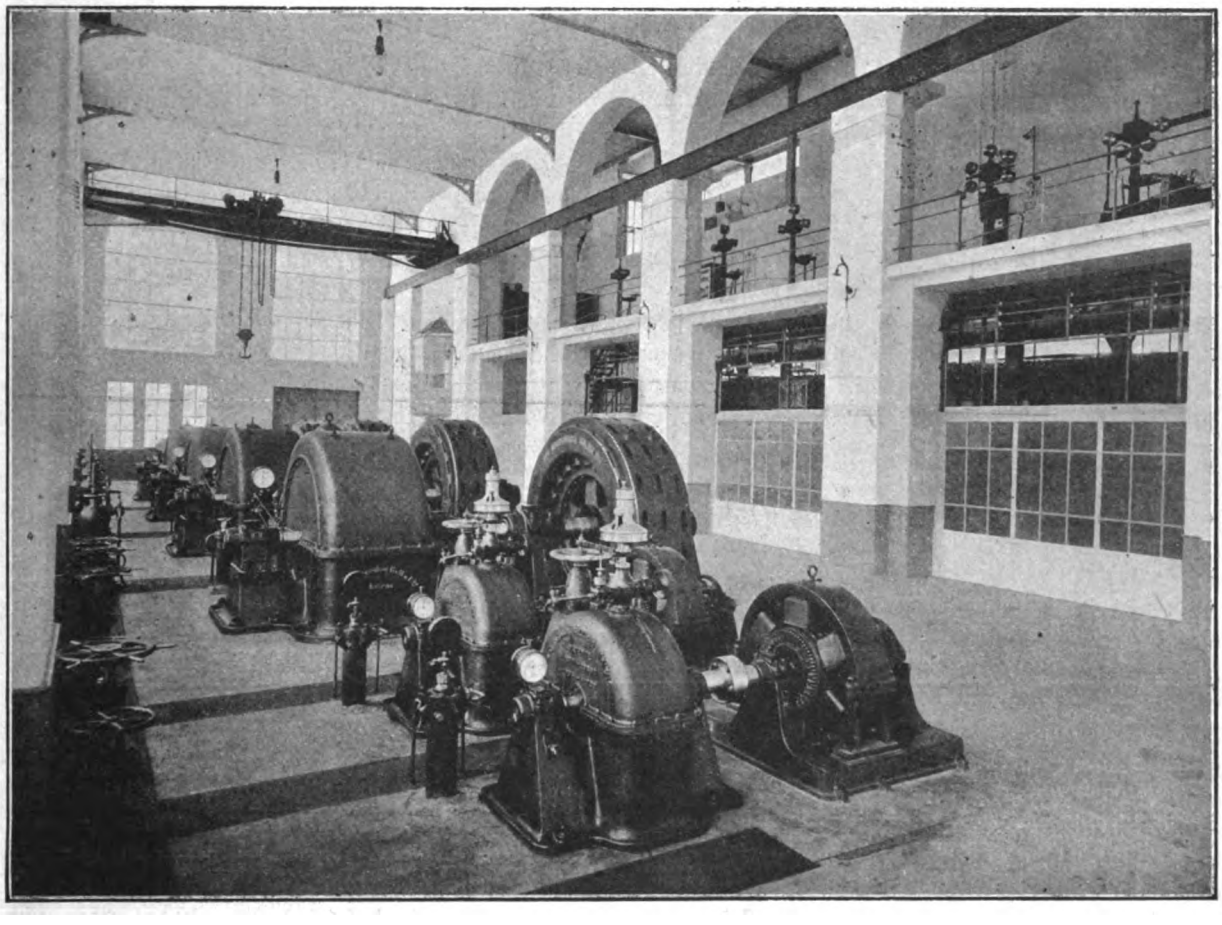


Fig. 1. — Salle des machines de l'usine d'Obermatt.

Le 27 janvier 1903 fut créée une Société anonyme qui avait pour but de réaliser et d'exploiter l'installation précédente. Les neuf dixièmes du capital de cette Société étaient fournis par la ville de Lucerne et le dernier dixième était apporté par le propriétaire du droit des eaux.

La majeure partie de l'énergie produite par l'usine d'Engelberg est utilisée pour le réseau de lumière et d'énergie de Lucerne et de ses environs; l'usine dessert aussi un certain nombre de localités du Nidwald et le réseau de Kerns; elle sert aussi de secours pour l'alimentation du chemin de fer électrique de Stansstadt-Engelberg.

L'installation comprend :

La station génératrice d'Engelberg;

La ligne d'Obermatt à Lucerne longue de 27 km;

La station de transformation de Steghof à Lucerne;



Digitized by Google

Des sous-stations de transformation pour l'alimentation des réseaux d'éclairage et de force motrice dans les localités traversées par la ligne principale.

Installations hydrauliques. — Grâce à la formation, à la position et aux propriétés géologiques de son bassin, l'Erlenbach est particulièrement propre à l'alimentation d'une usine hydraulique. Le ruisseau ne charrie aucun alluvion, sa température est constante pendant toute l'année et il n'y a pas, par suite, à craindre de le voir se geler. En outre, comme son bassin est situé dans la région des neiges, il n'y a pas de basses eaux en été. C'est en février que le régime des eaux atteint sa valeur minimum, ce qui est de grande importance, car à Lucerne, la grande affluence des étrangers a lieu pendant la belle saison, et c'est donc en été que la charge de l'usine atteint son maximum.

*Chute.* — La chute brute a une hauteur de 310 m. En admettant une perte de pression moyenne de 10 m, il reste une chute effective de 300 m.

*Quantité d'eau.* — L'usine génératrice a été prévue, au début, pour un débit de 1 m³ d'eau par seconde, ce qui représente la quantité d'eau minimum dont on dispose pendant toute l'année. En admettant un rendement de 75 pour 100 pour les turbines et une marche continue en pleine charge de douze heures par jour (l'expérience a prouvé que ce dernier chiffre n'a encore jamais été atteint pour des usines de cette importance), on obtient une puissance moyenne de 4410 kw mesurée à l'arbre des turbines. Cette puissance est actuellement répartie en quatre groupes hydro-électriques de 1470 kw chacun, dont un sert de réserve. Si l'on tient compte, en outre, que l'on dispose, pendant sept mois, d'au moins 2,5 m³ par seconde et qu'on peut encore capter d'autres ruisseaux, il est clair qu'il sera facile de prévoir un développement de l'usine permettant d'obtenir une puissance de 9000 à 11 000 kw, soit en créant un réservoir d'eau approprié, soit en installant une réserve à vapeur suffisante.

*Bassin de retenue.* — Actuellement, les variations journalières du débit sont amorties par un bassin de retenue contenant 70 000 m³ et dont la surface mesure 22 000 m². La profondeur de l'eau dans ce bassin atteint 3,5 m.

*Canal.* — Du bassin de retenue part le canal dont la longueur est de 2560 m, la pente de 1,2 pour 1000 et la section de 4,15 m². Ce canal est établi en tunnel sur toute sa longueur.

*Prise d'eau.* — Le canal aboutit à la chambre d'eau, d'où part la conduite forcée. Cette chambre d'eau est constituée par un bassin de 8 × 8,4 m de surface et de 11,2 m de profondeur. Elle contient les amorces des conduites d'admission, une vanne automatique, un dispositif de curage et de vidange et les appareils accessoires nécessaires.

*Conduite forcée.* — Les fondations et ancrages de la conduite forcée ont été prévus pour quatre conduites parallèles dont deux sont posées actuellement ; chaque conduite a une longueur totale d'environ 620 m et, en cinq points, elle est ancrée dans des massifs de béton. Il y a toujours un joint de dilatation entre deux ancrages consécutifs. La conduite se compose d'éléments en tôle d'acier rivée de 8 m de longueur, de 1 m de diamètre à la partie supérieure et de 0,9 m à la partie inférieure. A l'extrémité de celle-ci sont montées des vannes de réglage et de décharge.

*Canal de fuite.* — Un canal maçonné de 270 m de longueur conduit l'eau motrice dans l'Aa.

*Turbines.* — Les turbines sont du genre Pelton et sont pourvues d'un réglage automatique et d'un réglage à main. L'usine comporte :

Quatre groupes de 1470 kw (alternateurs).
Deux groupes de 110 kw (excitatrices).
Un groupe de 440 kw (chemin de fer électrique Stansstadt-Engelberg).

Installations électriques. — *Réseau de distribution.* — Comme nous l'avons dit plus haut, cette installation sert avant tout à l'alimentation des réseaux de lumière et de force motrice de la ville de Lucerne et de ses environs ; elle fournit en outre, l'énergie nécessaire à l'alimentation des réseaux d'Engelberg et des diverses localités se trouvant sur le parcours de la ligne à haute tension ; elle alimente également le réseau des usines électriques de Kerns dans l'Obwald ; et elle renferme un groupe spécial lui permettant, en cas de besoin, de fournir l'énergie nécessaire au chemin de fer électrique de Stansstadt-Engelberg.

*Courant.* — La fréquence du réseau de chemin de fer électrique étant de 33,5 p:s, la solution la plus simple, pour assurer une bonne marche de l'installation, consistait à séparer électriquement ce réseau du reste de l'installation, c'est pourquoi on a installé un générateur directement accouplé à une turbine spécialement affectée au service du chemin de fer.

Le réseau de distribution de lumière de Lucerne est installé pour courant alternatif simple, car il est du plus haut intérêt pour une ville de cette importance de posséder un service de lumière qui ne soit pas influencé par les variations de charge des moteurs. Tous les autres réseaux sont alimentés en courant triphasé. Cette disposition est parfaitement admissible pour la distribution d'éclairage dans les localités ci-dessus, où l'énergie consommée comme force motrice est relativement minime.

On a en outre prévu, en marche normale, le sectionnement en deux parties des rails omnibus ; l'une de ces

Digitized by Google

parties est réservée à la distribution de force motrice de la ville de Lucerne, l'autre à la distribution de force motrice et de lumière du canton d'Unterwald ; par ce sectionnement, on a rendu ce dernier service absolument indépendant des variations de charge du réseau de force motrice de Lucerne, et inversement le réseau de force motrice de Lucerne est absolument à l'abri des avaries qui pourraient se produire sur le terrain d'Unterwald.

*Tension.* — La tension aux bornes des alternateurs est de 6000 volts ; la construction de ces derniers n'a, par suite, présenté aucune difficulté. L'énergie livrée à Engelberg est transportée par des câbles connectés directement aux rails omnibus à basse tension. Pour le transport d'énergie à grande distance de Lucerne, la tension du courant est élevée de 6000 à 27 000 volts dans la station d'Obermatt. La ligne à haute tension aboutit à la station transformatrice de Steghof dans laquelle la tension est abaissée de 24 100 à 2650 volts.

C'est sous cette tension que se fait la distribution d'énergie dans le réseau de Lucerne. Dans cette station sont montés les groupes transformateurs rotatifs pour les tramways de la ville ; ils sont au nombre de deux, fournissant du courant continu à 575 volts.

*Système de distribution.* — Étant donné la multiplicité des services assurés par l'usine, la préoccupation principale qui présida à la détermination du système de distribution fut d'assurer le maximum de sécurité de marche et de permettre l'utilisation de chaque unité, machine ou transformateur, au plus grand nombre de services possible.

Le système auquel on fut ainsi conduit paraît compliqué au premier abord, mais il présente des avantages incontestables. Ce système est particulièrement indiqué dans le cas où l'on n'est pas limité par des questions d'emplacement, où la dépense de premier établissement ne joue pas un rôle prépondérant, et où le nombre des unités est limité, ainsi que dans les cas où l'on ne peut pas prévoir d'une manière suffisamment précise l'importance du développement ultérieur des divers services. Le rapport entre la consommation d'énergie de jour et de nuit peut, dans certains cas, être un facteur assez important dans la résolution de cette question. Les tableaux de distribution de haute et basse tension de l'usine d'Obermatt et le tableau de haute tension de la sous-station de Steghof comportent un système de rails omnibus en boucle.

Tous les générateurs peuvent indifféremment donner du courant *alternatif simple* ou du *courant triphasé* et peuvent être connectés à volonté sur les barres du réseau triphasé ou sur celles du réseau à courant alternatif simple.

L'excitation de tous les générateurs, y compris celle du générateur destiné au service de traction, est prise à des rails omnibus alimentés par deux excitatrices travaillant en parallèle avec une batterie d'accumulateurs.

A Obermatt ainsi qu'à Steghof, on n'a prévu que des transformateurs à courant alternatif simple, qui sont connectés en triangle pour former des groupes triphasés.

Les lignes de départ peuvent, comme les générateurs, être branchées sur chacun des deux jeux de rails omnibus.

De l'usine d'Obermatt partent trois lignes à trois fils : une pour la « lumière de Lucerne », une pour la « force motrice de Lucerne » et enfin une pour la « lumière et la force motrice d'Unterwald ».

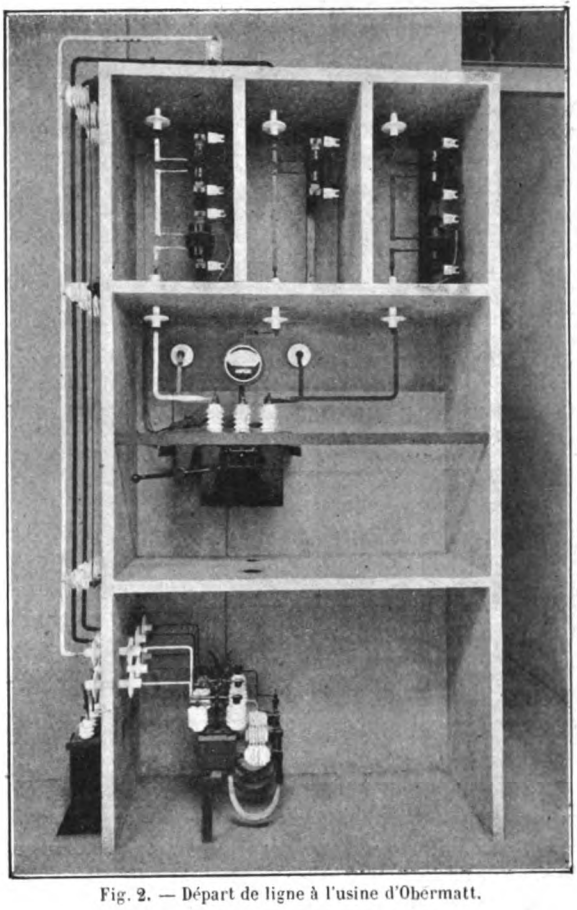


Fig. 2. — Départ de ligne à l'usine d'Obermatt.

Au moyen d'interrupteurs de sectionnement appropriés, deux fils quelconques des trois lignes précédentes peuvent être employés comme ligne de lumière. Les trois lignes aboutissent, dans la sous-station de Steghof, au système de rails omnibus à 27 000 volts. Une quatrième ligne réunit Steghof à la station transformatrice de Kriens.

Comme la centrale d'Obermatt et la sous-station de Steghof présentent entre elles une grande analogie, tant au point de vue du tableau de distribution qu'en ce qui concerne les transformateurs et que, pour ainsi dire, la sous-station de Steghof n'est que l'image de la station d'Obermatt, il semble avantageux de traiter ces deux installations arallèlement.

Station centrale. — La centrale d'Obermatt est divisée en 3 parties principales : la salle des machines, la

Digitized by Google

salle des appareils et la station de transformation; elle contient, en outre, une salle spéciale pour la batterie d'accumulateurs, ainsi que divers locaux accessoires.

La salle des machines mesure 54 m de longueur, 13 m de largeur et 12 m de hauteur. Elle a été construite pour recevoir 6 groupes hydro-électriques de 1470 kw chacun, dont 4 sont montés pour le moment, et 3 groupes d'excitation de 110 kw chacun, dont 2 sont actuellement installés. Le projet primitif a prévu l'agrandissement de cette salle pour y loger 8 unités, tandis que la salle des appareils a été construite de prime abord pour les appareils correspondant aux 8 unités.

La station de Steghof est également divisée en 3 parties principales : la salle des machines, la salle des appareils des groupes convertisseurs et la salle des appareils des transformateurs.

Lorsqu'on a projeté cette installation, on s'est avant tout préoccupé d'augmenter le plus possible la sécurité du service en répartissant judicieusement les diverses salles et en les dimensionnant d'une façon large. Ceci a conduit à donner, dans les deux stations, à la salle des appareils à peu près la même superficie qu'à la salle des machines.

Pour la construction de ces installations, on a adopté le système des cellules. Les divers appareils sont séparés les uns des autres par des parois de béton armé : cette disposition écarte tout danger d'incendie. On a évité autant que possible les croisements des conducteurs et, dans le cas où des croisement ne pouvaient être évités, on a écarté tout danger de contact en séparant les conducteurs par des parois isolantes. En outre, la distance entre deux conducteurs de polarité différente a été largement calculée.

La disposition générale des salles d'appareils est à peu près la même dans les deux stations. Au rez-de-chaussée sont montés les conducteurs et appareils à basse tension, c'est-à-dire les appareils des générateurs, les rails omnibus, les transformateurs et leurs interrupteurs de la basse tension.

Le premier étage est destiné aux rails omnibus à haute tension et aux interrupteurs correspondants des transformateurs. A la centrale d'Obermatt, la plate-forme de service est au premier étage.

L'étage supérieur est réservé aux interrupteurs et appareils de protection des lignes d'arrivée et des lignes de départ.

*Générateurs pour l'éclairage et la force motrice.* — Les génératrices sont construits pour les données suivantes :

| | |
|---|---|
| Puissance absorbée, en kw | 1470 |
| Puissance effective triphasée, en kv-a | 1850 |
| — courant alternatif simple, en kv-a | 1580 |
| Tension composée, en volts | 6000 |
| Fréquence, en p:s | 50 |
| Vitesse angulaire, en t:m | 500 |
| Tension de l'excitation indépendante, en volts | 100 |

Les générateurs sont du type à pôles alternés à inducteur tournant et axe horizontal. Ils sont directement accouplés aux turbines au moyen de manchons d'accouplement rigides.

La carcasse est en fonte; elle est formée de 4 pièces et est fixée à la plaque de fondation en fonte par deux pieds.

Les éléments du corps lamellé de l'induit sont tenus par des clavettes en queue d'aronde et serrés entre deux anneaux de fonte d'acier. Les bobines de l'induit sont noyées dans des encoches ouvertes (9 par pôle); elles sont isolées dans des tubes de micanite sans couture et sont retenues dans les encoches par des clavettes en fibre. Cette construction permet au personnel de service de remplacer les bobines avariées par des bobines de réserve, sans avoir à démonter l'alternateur.

Les trois phases sont connectées en étoile.

La roue polaire est formée d'une pièce de fonte en forme d'étoile, fixée sur l'arbre par une clavette. A cette pièce sont fixés 4 anneaux en fonte d'acier portant les 20 pôles. Les espaces laissés entre ces anneaux servent de canaux de ventilation.

Les pôles sont lamellés et composés de 4 paquets de tôle décalés l'un par rapport à l'autre, si bien que l'arête du pôle est en forme d'escaliers. Cette construction permet d'obtenir une courbe de tension à peu près sinusoïdale.

Les bobines inductrices sont formées de bandes de cuivre plates enroulées de champ. Le courant d'excitation y est amené par deux bagues en bronze sur lesquelles frottent des balais en charbon.

Les paliers sont à graissage automatique à bagues et possèdent un indicateur de contrôle pour l'huile.

Les garanties que donnaient les Ateliers de Construction Oerlikon sous tension normale de 6000 v étaient les suivantes :

1. Rendement (abstraction faite des pertes d'excitation) :

| | | |
|---|---|---|
| A pleine charge et pour | $\cos\varphi = 1$ | 96 centièmes. |
| — | $\cos\varphi = 0{,}75$ | 95 — |
| A demi-charge et pour | $\cos\varphi = 1$ | 95 — |
| — | $\cos\varphi = 0{,}75$ | 92 — |

2. Puissance d'excitation maximum :

| | | |
|---|---|---|
| A pleine charge et pour | $\cos\varphi = 1$ | 9 kw. |
| — | $\cos\varphi = 0{,}75$ | 20 — |

3. Augmentation de tension entre la marche à pleine charge et la marche à vide;

| | |
|---|---|
| Pour $\cos\varphi = 1$ | 7 centièmes. |
| Pour $\cos\varphi = 0{,}75$ | 10 — |

4. Élevation maximum de température au-dessus de la température ambiante après marche continue à pleine charge 40° C.

5. Surcharge admissible : 25 pour 100 pendant 2 h avec élévation maximum de température de 50° C., sous tension de 6000 v.

6. Isolation : les alternateurs à chaud devaient supporter pendant une demi-heure une tension alternative de 12000 v appliquée entre l'enroulement et le fer. Les bobines d'excitation devaient être essayées à la tension alternative de 500 v.

Digitized by Google

7. Les alternateurs devaient supporter sans aucun préjudice une vitesse d'emballement égale au double de la vitesse normale.

*Batterie d'accumulateurs.* — Une batterie d'accumulateurs a été prévue pour suppléer à toute avarie pouvant survenir aux excitatrices ou pour alimenter la station lorsque toutes les machines sont arrêtées; elle se compose de 56 éléments; sa capacité totale est de 1000 ampères-heure; on la charge au moyen des excitatrices dont la tension est alors élevée à la valeur convenable.

Le réducteur possède un dispositif de commande à distance. A chaque curseur (curseur pour la charge et la décharge) correspond un moteur à courant continu avec réduction par roues dentées. Un inverseur permet de faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.

Un indicateur spécial fixé à la colonne portant les appareils correspondant à la batterie, permet, à chaque instant, de connaître la position des curseurs. La colonne elle-même est montée sur la plate-forme de service.

*Tableaux des machines et de la batterie.* — Les connexions entre les machines et les appareils sont constituées par des câbles isolés disposés dans un canal souterrain traversant toute la salle des machines.

Les appareils des générateurs, des excitatrices et de la batterie sont montés dans la partie du rez-de-chaussée attenant à la salle des machines. Les premières cellules sont réservées aux appareils du générateur pour la traction. Elles contiennent un interrupteur automatique à huile, un dispositif de protection contre les surtensions et les appareils de synchronisation pour mise en parallèle.

Ensuite viennent 4 groupes de cellules pour les générateurs de 1470 kw contenant chacun : 1 interrupteur automatique à huile, 1 transformateur de tension, 4 transformateurs d'intensité (1 pour l'ampèremètre, 1 pour le wattmètre, 2 pour la bobine de déclenchement de l'interrupteur à maxima) et le commutateur au moyen duquel on peut brancher le générateur soit sur le réseau de force, soit sur celui de lumière.

Les appareils de mesure pour intensité et tension, ainsi que tous les circuits auxiliaires pour la commande des interrupteurs à maxima et des relais de la centrale entière, sont, pour autant qu'il s'agit de haute tension, alimentés par des transformateurs d'intensité ou des transformateurs de tension.

On a muni, après coup, les interrupteurs à maxima des alternateurs, par analogie à ceux des transformateurs, de relais retardateurs, leur présence ayant été reconnue nécessaire.

Dans d'autres cellules sont disposés les interrupteurs à maxima des deux excitatrices et de la batterie ainsi que le commutateur pour la charge et la décharge.

Les rhéostats de champ des excitatrices ainsi que ceux des alternateurs sont disposés à un étage intermédiaire auquel on accède du rez-de-chaussée par un escalier; cet étage est séparé du local réservé aux appareils déjà énumérés par un plancher de béton.

Les rails omnibus à 6000 v sont montés dans la partie médiane du rez-de-chaussée; ils forment une boucle complètement fermée; sur l'un des côtés de celle-ci sont connectées les arrivées des générateurs; de l'autre partent d'une part les connexions des interrupteurs à basse ten-

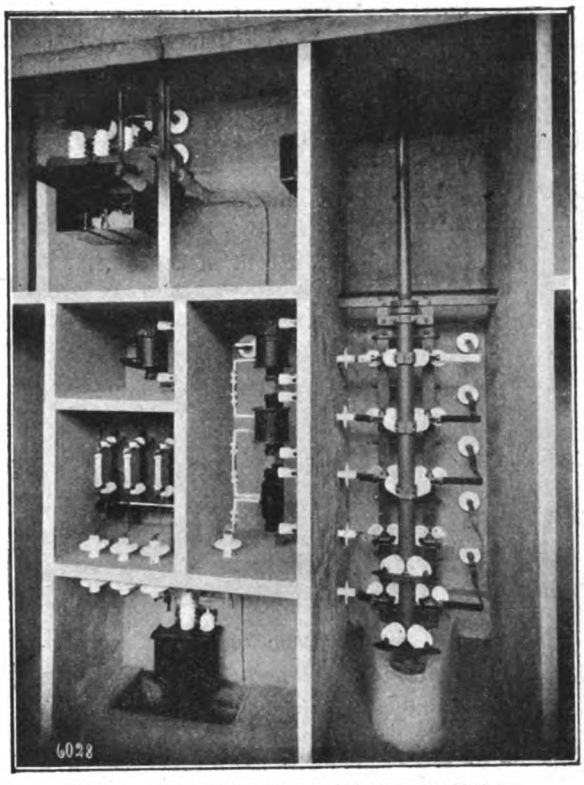



Fig. 5. — Cellules d'un groupe générateur de 1470 kw.

sion des transformateurs, d'autre part les câbles pour Engelberg.

On a prévu des cellules spéciales pour ces derniers, contenant, un interrupteur automatique à huile, les transformateurs d'intensité et de tension nécessaires et un dispositif de protection contre les surtensions.

Les rails omnibus sont coupés entre chaque prise de courant par des interrupteurs de sectionnement. Il est ainsi possible d'isoler une ligne quelconque, en cas de réparation ou de révision, sans interrompre le service.

A la centrale d'Obermatt, les deux interrupteurs à huile montés sur les rails omnibus permettent, en outre, de séparer ou de réunir, en charge, les deux réseaux de force motrice de Lucerne et de force motrice et lumière d'Unterwald.

*Transformateurs.* — Le local réservé aux transformateurs dans la centrale d'Obermatt forme un bâtiment séparé adossé au bâtiment principal du côté de la salle des appareils dont il est complètement séparé par un mur A Steghof, les transformateurs sont montés dans le même bâtiment que la salle des appareils, mais sont

Digitized by Google

également complètement séparés de cette dernière, de sorte qu'en cas d'incendie, la fumée produite par la combustion de l'huile n'empêcherait pas de pénétrer dans la salle des appareils. On n'a prévu que des transformateurs à courant alternatif simple à huile avec refroidissement par circulation d'eau. Chaque transformateur est monté dans une cellule réfractaire indépendante fermée extérieurement par un rideau métallique; il est posé sur des rails, de telle sorte que le remplacement d'un transformateur avarié se fait facilement et rapidement. Un guichet permet l'examen de chaque cellule depuis l'extérieur. Les conduites d'amenée et d'évacuation de l'eau de refroidissement sont montés dans le couloir de service longeant les cellules. Un appareil avertisseur spécial, prévu sur la conduite d'évacuation, actionne une sonnerie en cas de circulation anormale de l'eau.

Chacune des deux stations contient les transformateurs suivants :

*Obermatt.* — Pour la lumière, 3 appareils de 700 kv-A; pour la force motrice, deux groupes composés chacun de trois transformateurs simples de 700 kv-A montés en triangle. Un autre transformateur analogue sert de réserve et peut être branché sur l'une quelconque des phases des rails omnibus de force.

La basse tension des transformateurs est de 6000 v, la haute tension de 27 000 v.

*Steghof.* — Pour la lumière, 3 appareils de 700 kv-A. Un groupe triphasé de 3×300 kv-A pour la force motrice. La basse tension est de 2650 v, la haute tension de 24 100 v.

La construction des deux types de transformateurs est absolument identique. La caisse à huile est en tôle rivée, fixée à sa partie inférieure à un cadre de fonte. A la partie supérieure est suspendu un serpentin dans lequel circule l'eau de refroidissement.

Le transformateur proprement dit se compose de deux noyaux verticaux en tôle, de section rectangulaire. Ces deux noyaux sont réunis à la partie supérieure et inférieure par une culasse de tôle. La forme rectangulaire permet d'une part d'obtenir une grande surface de refroidissement, d'autre part de diminuer la longueur de la culasse; par suite, le fer est mieux utilisé.

Sur les noyaux se trouvent les enroulements basse tension; ils sont constitués par des rubans de cuivre nu enroulés en spirales en plusieurs couches superposées et isolées les unes des autres par du carton isolant.

Cette disposition permet d'augmenter considérablement le degré de surcharge du transformateur. Des formes en bois disposées verticalement règlent uniformément la distance entre les enroulements basse tension et les noyaux de tôle.

L'enroulement à haute tension est placé à l'extérieur; il est séparé des bobines primaires par un écran isolant de 10 mm d'épaisseur environ, formé de bandes de papier imprégnées séparées par des couches de mica. L'écran dépasse suffisamment les bobines en haut et en bas pour empêcher totalement une décharge entre les deux enroulements pour une tension égale à 1,5 fois la tension normale.

L'indépendance complète des enroulements haute et basse tension permet de remplacer, avec la plus grande facilité, une bobine quelconque avariée. Les bobines à haute tension sont constituées par des rubans de cuivre

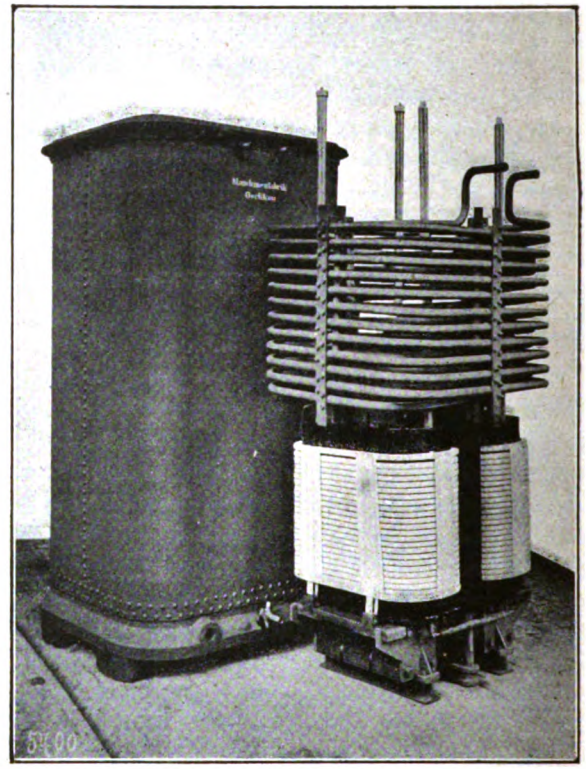


Fig. 4. — Transformateur de 700 kw de l'usine d'Obermatt.

enroulés en spirale, les spires étant séparées par du carton isolant. Chaque bobine est formée d'un nombre de subdivisions tel qu'une différence de potentiel supérieure à 900 v ne puisse en aucun cas exister entre deux subdivisions consécutives.

Les chiffres garantis étaient les suivants :

1° Rendement à pleine charge en centièmes : 98; rendement à demi-charge : 97.

2° Chute de tension à pleine charge :

| | | |
|---|---|---|
| Pour $\cos\varphi = 1$ | 1 | centièmes. |
| Pour $\cos\varphi = 0{,}75$ | 3,5 | — |

à demi-charge :

| | | |
|---|---|---|
| Pour $\cos\varphi = 1$ | 5 | — |
| Pour $\cos\varphi = 0{,}75$ | 17 | — |

3° Élévation de température maximum au-dessus de la température de l'eau de refroidissement pour un débit de 10 ou 5 litres par minute 40° C.

4° Surcharge admissible 50 pour 100 pendant une demi-heure, 25 pour 100 pendant deux heures.

5° Isolation garantie 54 000 v pendant une minute; 38 000 v pendant une demi-heure.

Digitized by Google

*Interrupteurs des transformateurs.* — Les transformateurs sont pourvus, sur la haute et basse tension, d'interrupteurs à huile à maxima avec relais retardateurs.

On a prévu deux types d'interrupteurs à huile. Le type à basse tension et à deux ruptures par pôles. Les bornes de prise de courant sont fixées à la partie supérieure. La caisse à huile peut être baissée pour découvrir les contacts et elle contient les parois isolantes de séparation des pôles entre eux.

Le type à haute tension est également du type à deux ruptures par pôles, mais chaque rupture est logée dans une boîte spéciale. Les bornes de prise de courant sont fixées à la partie inférieure; toute la partie mécanique est fixée à la partie supérieure, ce qui offre le grand avantage qu'aucune des pièces mobiles ne peut entrer en contact avec les conducteurs. Les ateliers de construction Oerlikon ont depuis construit, sur le même modèle, des interrupteurs pour 50 000 v, qui ont toujours donné pleine satisfaction dans les nombreuses installations où ils ont été employés.

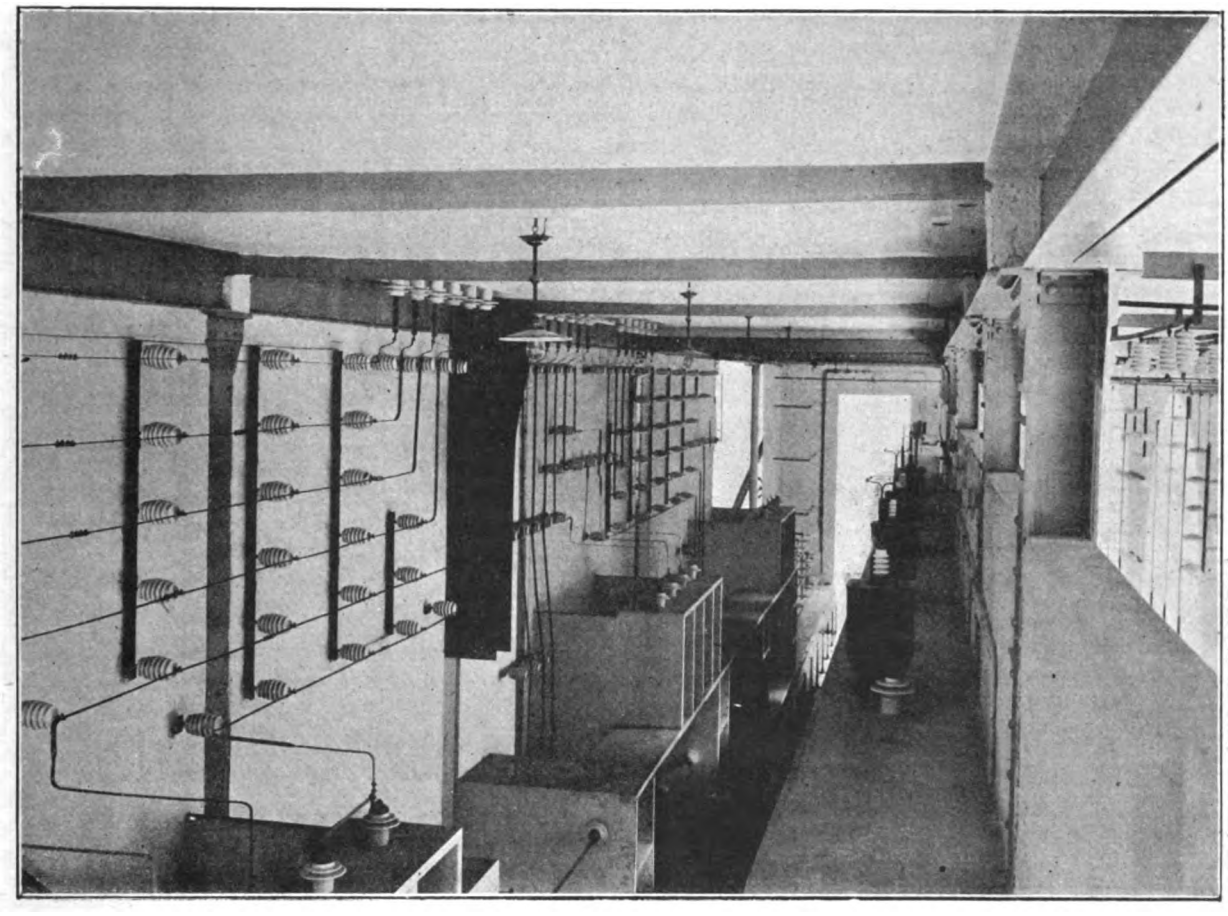


Fig. 5. — Rails omnibus à 27 000 volts de l'usine d'Obermatt.

Les interrupteurs haute et basse tension de chaque transformateur ou de chaque groupe de transformateurs sont réunis mécaniquement et électriquement de telle sorte qu'ils se ferment et s'ouvrent simultanément. Ce dispositif offre une très grande sécurité en cas de révision ou de réparation de transformateurs ou d'appareils s'y rapportant.

En effet, en supposant qu'un interrupteur seul soit ouvert, on court toujours le danger d'être en contact avec la haute tension provenant de l'enroulement du transformateur qui est relié à la source du courant.

L'interrupteur peut être commandé à la main aussi bien du sous-sol (côté basse tension) que du 1er étage (côté haute tension). Le levier de commande des interrupteurs restant fixe lors du déclenchement automatique, on a prévu à chaque interrupteur un dispositif d'avertissement. L' « enclenchement » est signalé par une lampe à incandescence blanche, le « déclenchement » par une lampe rouge; parallèlement à celle-ci, on a installé une sonnerie qui peut être facilement mise hors circuit après fonctionnement.

Le relais appartenant à chaque transformateur ou à chaque groupe de transformateurs, les ampèremètres et les lampes signaux sont montés sur une même plaque de marbre fixée à côté du levier de commande.

Les rails omnibus à 27 000 v, auxquels sont fixées les connexions des transformateurs et desquels partent les lignes de départ, sont disposés dans les deux stations

Digitized by Google

d'une manière identique, ainsi que le montre la figure 5.

Les conducteurs partant des rails omnibus à 27 000 v vont aboutir, à l'étage supérieur, aux interrupteurs de ligne et aux dispositifs de protection contre les surtensions représentés figure 6, puis rejoignent les lignes à haute tension.

*Lignes à 27 000 volts.* — D'Obermatt partent 3 lignes à 3 fils aboutissant à Steghof, d'où part une quatrième ligne sur Kriens. La manœuvre de l'interrupteur et du commutateur se fait à Obermatt, depuis la plate-forme de service au premier étage, au moyen d'une commande mécanique à distance, tandis qu'à Steghof elle a lieu au moyen de leviers de commande à main montés à côté de l'interrupteur.

A part ces quelques différences, les salles d'appareils sont identiques et contiennent les mêmes appareils.

Les transformateurs sont branchés sur le réseau de lumière ou sur celui de force motrice de la même manière que les générateurs; les appareils nécessaires sont de même construction; leurs dimensions seules sont différentes et augmentées en raison de la tension plus élevée pour laquelle ils sont construits.

Les interrupteurs principaux sont pourvus d'un déclenchement automatique à maxima.

*Parafoudres.* — On a apporté un soin tout particulier à la protection des lignes contre les décharges atmosphériques et les surtensions qui se produisent fréquemment dans un réseau. Depuis la mise en marche de l'installation, les dispositifs adoptés ont eu à fonctionner très fréquemment, vu les orages nombreux et violents qui se produisent dans cette contrée. Ils ont toujours fonctionné d'une manière parfaite et on n'a eu à enregistrer aucune perturbation importante dans le service provenant de décharges atmosphériques.

Fig. 6. — Parafoudres à jet d'eau et interrupteurs de sectionnement

Chaque pôle est muni d'un parafoudre à cornes à longueur d'étincelle réglable; en série avec ces derniers sont branchées des résistances hydrauliques réglables et à circulation d'eau constante. Entre les interrupteurs de ligne et la ligne elle-même se trouvent des bobines de self. Chaque pôle est, en outre, continuellement mis à a terre par un parafoudre à jet d'eau. — L'eau qui coule dans ces parafoudres est ensuite employée comme eau de refroidissement pour les transformateurs.

On a prévu sur chaque ligne des interrupteurs de sectionnement permettant d'isoler les parafoudres de la distribution pour les vérifier.

*Ligne à haute tension.* — Les travaux d'installation de la ligne à haute tension furent confiés par la ville de Lucerne à des entrepreneurs spéciaux, et le montage en fut fait sous la surveillance du personnel de la ville. Les ateliers de construction Oerlikon furent chargés de la livraison des transformateurs et des appareils des stations auxquelles aboutissent les lignes.

Pour compléter cette description, nous tenons cependant à résumer les points les plus importants du transport d'énergie.

La ligne part de la station génératrice d'Obermatt, passe par la vallée de l'Aa d'Engelberg et se dirige sur Stansstadt située au bord du lac des Quatre-Cantons. La ligne longe ensuite la rive du lac sur les pentes abruptes du mont Lopper, traverse Hergiswil et se dirige sur Lucerne pour aboutir à la sous-station de Steghof. Sa longueur totale est de 27 km.

Le projet primitif consistant à transporter l'énergie nécessaire à l'éclairage de Lucerne par une ligne souterraine a dû être abandonné, car les fournisseurs ne voulurent pas donner les garanties exigées pour une tension de 27 000 volts.

C'est pourquoi on a établi une ligne aérienne capable de transporter la totalité de l'énergie. Les neuf fils de 8 mm de diamètre composant la ligne sont montés sur une seule série de pylônes.

Grâce à la faculté que l'on a de pouvoir connecter les lignes soit sur la force motrice, soit sur la lumière et à la possibilité d'employer deux fils quelconques comme ligne de lumière, chaque fil sert de réserve à tous les autres.

La portée normale est de 60 m, tandis qu'elle est de 120 m sur les pentes du mont Lopper.

Les pylônes portent à leur extrémité deux fers à cheval transversaux auxquels sont fixées deux traverses verticales en chêne imprégné. Les supports des isolateurs sont vissés à ces traverses. La distance entre les fils est de 1 m.

Digitized by Google

Les pylônes sont tous mis à la terre et, dans ce but, réunis entre eux par un fil de cuivre de 5 mm de diamètre longeant la ligne. Tous les dix supports, le pylône est mis à la terre au moyen d'une plaque de 1 m² de surface réunie au pylône par un fil de terre spécial. Les pylônes portent en outre une ligne téléphonique qui réunit la station d'Obernatt aux différentes stations de transformation se trouvant sur le parcours de la ligne ainsi qu'à la station de Steghof. Cette ligne est réunie également au réseau téléphonique public; elle se compose de deux fils de bronze de 3 mm..

La pose de la ligne entre Stans et Hergiswil offrit des difficultés toutes spéciales. Sur l'un des côtés de la route s'élèvent les rochers abrupts du mont Lopper, de l'autre côté le lac atteint immédiatement une grande profondeur. Sur le bord extérieur de la route est montée une ligne téléphonique et télégraphique, qui ne pouvait être déplacée. La route est en outre fortement exposée aux chutes de rochers, particulièrement au printemps. Il était dans ces conditions, impossible de poser la ligne sur les pentes de la montagne, aussi bien que de poser les fondations des pylônes dans le lac.

On adopta alors une solution très originale. Les pylônes sont montés sur des consoles s'avançant de 5,5 à 6 m dans le lac et ancrés au talus de la route par des massifs de béton. Afin de diminuer le nombre des pylônes et pour pouvoir les fixer dans des endroits appropriés et sûrs, on admit une portée de 120 m. On construisit en outre sur le bord de la route des murs de protection solides, protégeant la construction métallique contre les chutes de pierres. Par ce procédé on arriva à trouver la place nécessaire pour la ligne à haute tension sans déplacer la ligne existant déjà et à la protéger dans la partie exposée aux avalanches.

Il n'y a eu, jusqu'à aujourd'hui, aucune perturbation à enregistrer. Malgré les orages fréquents auxquels est exposée cette installation en été, il ne s'est produit aucun arrêt de service important et les dispositifs de protection ont toujours fonctionné d'une manière très satisfaisante.

Constatant la régularité du service depuis deux ans, il faut reconnaître que cette installation forme un tout dont chaque partie est parfaitement appropriée au but à remplir.

A. Z.

---

## ESSAIS COMPARATIFS DE DIFFÉRENTS TYPES DE VENTILATEURS ÉLECTRIQUES

Les données précises font à peu près complètement défaut concernant les dimensions, les formes, les types de ventilateurs les plus favorables sous le rapport du rendement.

Pour combler cette lacune, M. le professeur A. G. Scott, de l'Université du Texas, a procédé à des essais comparatifs sur différents appareils qu'avaient, à cette fin, mis à sa disposition quelques grands constructeurs de la place; il vient de publier les résultats de ces expériences dans l'*Electrical World*, de New-York; en voici le résumé.

Sept appareils ont été étudiés; quatre étaient munis d'un moteur à courant alternatif et les trois autres d'un moteur à courant continu; le tableau I ci-après donne quelques indications sur ces instruments, qui sont désignés, pour la facilité, par les lettres A-G.

Tableau I.

| TYPE. | MOTEUR. | TENSION EN VOLTS. | NOMBRE DE VITESSES DIFFÉRENTES. |
|---|---|---|---|
| A . . . . . | A courant continu. . . . . | 110 | 3 |
| B . . . . . | — . . . . . | 115 | 3 |
| C . . . . . | — . . . . . | 115 | 3 |
| D . . . . . | A courant alternatif . . . . . | 104 | 2 |
| E . . . . . | — . . . . . | 110-115 | 5 |
| F . . . . . | — . . . . . | 110-120 | 3 |
| G . . . . . | — . . . . . | 100-110 | 2 |

Les ventilateurs avaient été demandés pour fonctionner, durant les essais, sous une tension de 110 volts, la fréquence étant, en ce qui concerne ceux à courant alternatif, de 60 périodes par secondes.

Les principaux chiffres relevés sont consignés dans le tableau II.

Les expériences ont été faites dans les conditions suivantes.

Tableau II.

| TYPE. | VITESSE ANGULAIRE EN T : M. | INTENSITÉ EN AMPÈRES. | PUISSANCE ABSORBÉE EN WATTS. | PUISSANCE NUITE EN WATTS. | FACTEUR DE PUISSANCE. | VOLUME TOTAL D'AIR REFOULÉ EN M³ PAR MINUTE. | VOLUME D'AIR REFOULÉ EN M³ PAR WATT-MINUTE ABSORBÉ. | VOLUME D'AIR REFOULÉ EN M³ PAR WATT-MINUTE NET | ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE DANS LE BATI EN DEGRÉS C. | COURANT DE DÉMARRAGE EN AMPÈRES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A . . . . | 1600 | 0,405 | 44.8 | 25,11 | » | 34,300 | 0,770 | 1,480 | 2.6 | 0.780 |
| B . . . . | 1520 | 0,431 | 47,7 | 16.1 | » | 29,700 | 0.600 | 1,840 | 8.6 | 0.595 |
| C . . . . | 1685 | 0,450 | 47.7 | 21.0 | » | 32,600 | 0,680 | 1.550 | 5.4 | 0.750 |
| D . . . . | 1660 | 0,600 | 56.0 | 11,4 | 0.515 | 24.800 | 0,690 | 2.180 | 11,4 | 3,500 |
| E . . . . | 1100 | 0,970 | 67.0 | 10.4 | 0,628 | 15,600 | 0,350 | 2,270 | 5.4 | 1,240 |
| F . . . . | 1290 | 0,740 | 58.0 | 23.7 | 0,720 | 15,200 | 0,260 | 0,640 | 20.2 | 1,000 |
| G . . . . | 1550 | 0,620 | 41,5 | 15.75 | 0,601 | 28.100 | 0,680 | 1,790 | 8,0 | 1,150 |

Digitized by Google

*Volume d'air débité.* — La détermination du volume d'air fourni par un ventilateur électrique est plus difficile qu'on peut le croire à première vue; en outre, il n'a pas été donné jusqu'ici de formule permettant d'évaluer, avec exactitude, la puissance nécessaire, théoriquement, pour obtenir un débit donné.

M. A. C. Scott a essayé sans succès différentes méthodes, pour mesurer expérimentalement le débit obtenu dans chaque cas; il s'est finalement arrêté à celle-ci, la seule qui ait donné de bons résultats.

Sur un cylindre de 22 cm de longueur et de 36 cm de diamètre ont été tendus diamétralement, et en croix l'un sur l'autre, deux rubans sur lesquels des nœuds marquaient les limites de trois cercles concentriques fictifs ayant respectivement 58, 329 et 661 cm² de surface.

Le diamètre du cercle imaginaire central, la distance entre sa circonférence et la suivante, et celle entre cette dernière et l'extérieure correspondaient approximativement au diamètre de l'anémomètre employé pour mesurer la vitesse d'écoulement de l'air.

Cette vitesse fixée, il n'y avait plus, évidemment, pour connaître le débit, qu'à la multiplier par la section de la zone correspondante puis à totaliser les débits ainsi constatés pour les diverses portions.

Le ventilateur était placé à l'arrière du cylindre, son centre aligné, avec le point de croisement des rubans, sur l'axe du support.

On avait soin de faire en sorte que le plan des ailettes fût bien parallèle à celui desdits rubans et que le ventilateur occupât une place telle qu'il n'y eût point de courant de retour, de tourbillon, etc., c'est-à-dire que tout l'air aspiré par le ventilateur, d'une part, fût complètement refoulé, d'autre part, par l'ouverture du cylindre.

La puissance absorbée par un ventilateur quelconque était, dans ces conditions, parfaitement normale; mais la vitesse de l'air était très différente pour les régions de la surface de refoulement inégalement distantes du centre; elle était plus grande dans la zone intermédiaire que dans la portion centrale et que dans la partie annulaire extérieure.

Pour déterminer correctement le débit, en procédant de la manière plus haut indiquée, il était donc nécessaire d'évaluer la vitesse séparément dans les trois régions; cinq mesures ont été faites : deux dans les parties intermédiaire et extérieure, une dans la partie centrale; la position à donner à l'anémomètre était repérée soigneusement et identique pour les sept instruments, qui ont constamment été examinés dans des conditions rigoureusement semblables.

*Influence de la forme des ailettes.* — Afin de reconnaître l'influence de la forme des ailettes sur le débit, et partant sur le rendement, l'opérateur a démonté les appareils, remontant les roues successivement sur l'axe de l'un des moteurs, celui de l'appareil A, qui a alors été mis en mouvement à sa vitesse normale de 1600 tours par minute, laquelle ne différait pas sensiblement, d'ailleurs, de la vitesse régulière des autres appareils. Les mesures ont été faites de la même manière que pour la première épreuve; les résultats en sont donnés dans le tableau III.

Tableau III.

| TYPE | PUISSANCE ABSORBÉE EN WATTS. | PUISSANCE NETTE EN WATTS. | VOLUME D'AIR REFOULÉ EN m³ PAR MINUTE. | VOLUME D'AIR REFOULÉ EN m³ PAR WATT-MINUTE NET. |
|---|---|---|---|---|
| A . . . . . | 30,0 | 14,14 | 28,900 | 2,000 |
| B . . . . . | 41,7 | 20,44 | 31,600 | 1,500 |
| C . . . . . | 39,4 | 18,94 | 31,000 | 1,600 |
| D . . . . . | 22,2 | 10,00 | 23,000 | 2,300 |
| E . . . . . | 25,2 | 11,45 | 25,500 | 2,200 |
| F . . . . . | 27,9 | 13,34 | 19,700 | 1,500 |
| G . . . . . | 30,6 | 14,75 | 28,900 | 2,000 |

Pour toutes les lectures, l'anémomètre était monté sur un petit support placé sur le côté et de façon à ne pas pouvoir affecter l'exactitude des observations.

Tous les ventilateurs avaient quatre ailettes; les dimensions sont indiquées au tableau IV; la longueur des ailettes est prise d'un bout à l'autre; le diamètre de la roue est le double de cette longueur augmenté du diamètre du moyeu; l'angle $\alpha$ représente la distance angulaire maxima des bords de l'ailette par rapport à un plan parallèle aux extrémités antérieures de cette ailette et la touchant.

Tableau IV.

| TYPES . . . . . | A. | B. | C. | D. | E. | F. | G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longueur des ailettes, en cm. . . . | 13,2 | 13,7 | 13,6 | 14,2 | 13,7 | 13,7 | 14,5 |
| Diamètre total, en cm . . . . . | 29,5 | 30,5 | 30,5 | 31,5 | 30,5 | 30,1 | 31,1 |
| Surface totale des quatre ailettes, en cm². . . . . | 323,70 | 331,32 | 329,78 | 385,64 | 330,03 | 327,07 | 326,16 |
| Rayon de courbure, en cm. . . . . | 38,74 | 17,75 | 16,76 | 31,75 | 50,29 | 20,57 | 18,03 |
| Angle $\alpha$ . . . . . | 17°50′ | 17°10′ | 16° | 13°50′ | 14°30′ | 14°30′ | 15°50′ |

On voit, par les chiffres contenus dans les tableaux III et IV ci-dessus, que la forme des ailettes a une grande importance au point de vue de la quantité d'air mise en mouvement par unité de puissance absorbée.

Pour les appareils essayés, le débit variait, toutes autres choses égales, suivant la forme des roues, de 1,5 à 2,4 m³ par watt-minute.

*Distribution de l'air.* — La distribution de l'air soufflé a été étudiée ainsi qu'il suit :

Le ventilateur et les appareils de mesure étaient placés à l'un des bouts d'un cabinet d'expériences, préalablement débarrassé, et ayant 12 m de longueur sur 15 m de largeur.

Vis-à-vis du ventilateur et à proximité de celui-ci était plantée verticalement une tige d'acier; à cette tige étaient

Digitized by Google

fixés des rubans tendus radialement à distances de 5° l'un de l'autre, et couvrant une étendue d'un quadrant.

On avait eu grand soin d'espacer très exactement les fils, qui étaient à une hauteur telle que le centre des ailettes de l'anémomètre employé fût bien aligné avec celui du ventilateur; les différents instruments étaient placés verticalement et très exactement à angle droit par rapport à l'axe du réseau de fils de repérage.

La vitesse de l'air a été mesurée de 5° en 5°, depuis 0° jusqu'à 60°, ce qui était la limite extrême où l'anémomètre indiquait encore un déplacement de l'air.

Partant de là, l'expérimentateur a dressé des courbes indiquant la limite de refoulement dans chaque direction.

Les ventilateurs A et G sont ceux qui ont produit la distribution la plus épanouie; le type E, la plus allongée; la zone de distribution du ventilateur B était la moins développée, les distances extrêmes de refoulement, à 0°, ont été respectivement de 8,70, 8,40, 8,40, 8,625, 10,50 9 et 8,40 m.

Pour ces mesures, chaque ventilateur était employé avec son moteur propre, celui-ci fonctionnant dans les conditions fixées par le tableau I.

Comme les appareils étaient placés de la façon la plus précise, l'opérateur a pu admettre qu'il y avait une symétrie parfaite dans la distribution et se borner aux mesures dans un seul quadrant.

*Vitesse de l'air.* — Une autre série d'opérations a consisté à placer l'anémomètre à différentes distances et sous différents angles, pour mesurer la vitesse de l'écoulement aux points correspondants; une fois encore, ceux-ci étaient soigneusement repérés à l'aide de nœuds placés sur les fils.

Des mesures ont été faites ainsi à 15 cm du ventilateur, puis à intervalles réguliers de 60 cm jusqu'à une distance de 3,15 m et, à partir de cette distance, de 1,20 m en 1,20 m, et ce le long des fils caractérisant la distribution.

Pour les ventilateurs A, D, F, par exemple, la vitesse, sur l'axe, dans la première position, a été reconnue de 358,5, 279 et 263,7 m; elle décroissait rapidement à mesure que l'on s'éloignait du centre.

Pour prendre les mesures de la vitesse, l'anémomètre était toujours placé dans une situation déterminée avec la plus grande précision et susceptible d'être reproduite rigoureusement pour les mesures ultérieures. L'appareil était toujours à la même hauteur, étant monté sur un trépied calé à demeure et d'aplomb.

*Variation du débit avec la vitesse.* — Des tableaux II et III, dressés, respectivement, en faisant marcher les ventilateurs à leur vitesse normale, avec leur moteur, et à une vitesse uniforme de 1600 t : m, on peut déduire que le volume d'air débité varie en proportion de la vitesse.

*Conclusions.* — Outre les constatations signalées ci-dessus, les remarques suivantes sont à faire.

Le volume d'air fourni par minute et par watt-minute net par le ventilateur E est plus grand que celui d'aucun autre, quoique par watt-minute brut le débit soit plus bas; les pertes dans le moteur de ce modèle sont donc plus grandes; le volume par watt-minute brut pour D et G est à peu près double de celui de E.

Le courant du type D était, au démarrage, plus grand que pour les autres appareils; mais il faiblissait promptement et sa valeur moyenne normale était la plus basse de celles de quatre appareils à courant alternatif; le ventilateur F était celui qui s'échauffait le plus fortement; il était aussi le plus bruyant.

Les types D et E avaient un moteur à enroulement inducteur denté; ils étaient pourvus, du côté rotor, de résistances de démarrage mises automatiquement hors circuit une fois la vitesse voulue acquise. HENRY.

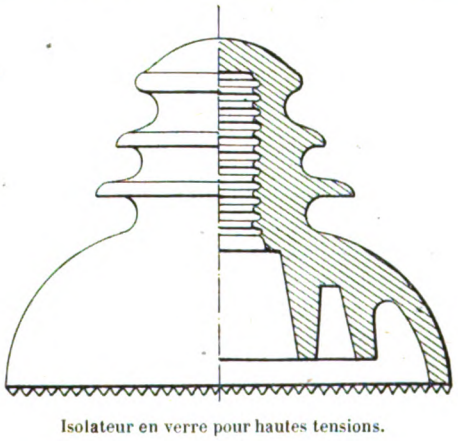
## ISOLATEURS POUR HAUTES TENSIONS

*L'Industrie électrique*, dans son numéro du 25 février dernier, rappelait les opinions de divers ingénieurs américains qui ont tendance à condamner l'isolateur en verre à cause de sa grande fragilité.

Nous nous sommes occupé en 1902, pour la Société Alsacienne, de la construction et de l'exploitation de la ligne du transport d'énergie de la Compagnie des Mines de Huanchaca en Bolivie.

Cette ligne est montée entièrement sur isolateurs en verre et, malgré les conditions essentiellement défavorables dans lesquelles elle se trouve placée, les résultats obtenus ont été très satisfaisants.

La tension de régime est de 30000 v. La ligne a une longueur de 80 km et comprend 6200 isolateurs en verre



Isolateur en verre pour hautes tensions.

d'une seule pièce à triple cloche (fig. 1). Ces isolateurs supportent un fil de cuivre dur de 30 mm². Ils sont vissés sur des tiges en bois dur paraffiné, chevillées dans des traverses en sapin du Nord créosoté et fixées à la partie supérieure de pylônes métalliques.

La station génératrice sur le Rio Yura est située à

Digitized by Google

l'altitude de 5600 m. La ligne traverse une contrée montagneuse, atteint l'altitude de 4400 m et arrive sur le carreau de la mine à Pulacayo à 4200 m.

Cette région de la Cordillère des Andes est excessivement accidentée et la ligne fait dans le plan vertical de nombreux angles très fermés. A ces points, les isolateurs ont à supporter de grands efforts mécaniques, mais nous n'avons jamais eu à constater de cassures d'isolateurs.

Ceux-ci doivent être aussi particulièrement insensibles aux grandes variations de température car, étant données l'altitude et la latitude des régions traversées (18° degré de latitude sud), les écarts de température sont considérables. Nous avons pu constater à 4 heures du matin — 15° et le même jour à 2 heures de l'après-midi + 45°.

Les pluies torrentielles des mois de décembre, janvier, février et mars n'ont pas non plus gêné l'exploitation de la ligne.

Le verre nous a offert de grandes facilités pour le montage. Sa transparence permet de constater facilement les fêlures et les défauts de fabrication.

On sait qu'un isolateur en porcelaine sur la surface duquel on constate le moindre éclat ayant fait sauter l'émail est absolument impropre au service, la porcelaine non émaillée étant perméable à l'eau. Or, sur les 7200 isolateurs que nous avons reçus, il y en avait environ 6000 qui étaient écaillés et auraient dû être éliminés s'ils avaient été en porcelaine.

Les transbordements nécessaires pour arriver à pied d'œuvre sont tellement nombreux, les moyens de transport si rudimentaires et la main d'œuvre si mauvaise que ce déchet n'a rien de surprenant.

Placés, ces isolateurs servaient encore de cibles aux frondes des bergers indiens.

Nous pensons que, dans ces conditions défavorables, la porcelaine nous aurait occasionné de nombreux arrêts.

Le verre, au contraire, nous a permis d'assurer pendant trois ans une exploitation normale et nous n'avons pas su que, depuis notre départ, la ligne ait occasionné des ennuis.

D'ailleurs c'est ce même type d'isolateur qui a été adopté, après de nombreux essais comparatifs, par la Société Hydroélectrique de Fure et Morge pour ses lignes à 26 000 v où il donne aussi d'excellents résulta's.

Nous avons tenu à signaler ici ces résultats d'expérience qui intéresseront tous les exploitants. L. Conge.

---

## LA VOITURE-PHARE AUTO-MIXTE

### DE LA COMPAGNIE DES TÉLÉGRAPHISTES DU GÉNIE D'ANVERS

La Compagnie des télégraphistes du Génie d'Anvers possède depuis plusieurs mois un intéressant engin, fort précieux pour les opérations d'investigations nocturnes et de télégraphie optique qui l'occupent. Nous voulons parler de la voiture-phare commandée par le Ministère de la Guerre belge à la Société l'Auto-Mixte d'Herstal. Cet appareil constitue une des plus intéressantes applications de l'électro-tamponnage des moteurs thermiques, et les excellents résultats qui ont confirmé les espérances que l'on fondait sur ce système, méritent que nous l'examinions avec quelque détail.

Le problème proposé par l'état-major du Génie était le suivant : il s'agissait de faire remorquer par une automobile un phare du poids de deux tonnes, monté sur un affût semblable en tout point à un affût de canon, et d'utiliser le moteur thermique de la dite automobile, au repos, comme station centrale pour alimenter en courant, à l'aide d'une dynamo, la lampe à arc du phare. Le problème a été résolu de très élégante façon par la Société l'Auto-Mixte d'Herstal. Le schéma de la page 235 montre clairement le dispositif employé.

La voiture Auto-Mixte, comme l'on sait, comporte un moteur à essence portant en guise de volant un induit de dynamo relié à une batterie d'accumulateurs, induit tournant dans la culasse inductrice fixée au châssis. Les deux moteurs travaillent en parallèle, ajoutant leurs puissances respectives pour les démarrages et l'ascension des côtes, alors qu'en descente, et dans les cas où la puissance du moteur thermique n'est pas intégralement utilisée à la propulsion du véhicule, l'excès est récupéré dans les accumulateurs sous forme d'énergie électrique transformée par la dynamo travaillant en génératrice.

Ce groupe moteur attaque les roues motrices de la voiture par l'intermédiaire d'un couplage magnétique et par pignons et chaînes, sans aucun changement de vitesse mécanique. C'est là un des avantages de la voiture Auto-Mixte, qui permet ainsi la prise directe à toutes les allures, grâce à la souplesse et au grand couple de son moteur mixte. Les changements d'allure sont donc obtenus en faisant varier la vitesse du groupe moteur par intercalation de résistances dans le champ de la dynamo excitée en dérivation. Ce dispositif donne à la voiture une conduite idéalement simple, puisque la manœuvre du rhéostat de champ est la seule à effectuer en cours de route. En dehors de cela, la batterie d'accumulateurs permet la mise en marche automatique du moteur thermique à l'aide du moteur électrique, l'allumage du moteur, l'éclairage de la voiture et la régulation automatique du moteur à essence, réglant l'admission plus ou moins grande des gaz, suivant que la batterie débite ou se charge, et empêchant la surcharge de cette batterie à l'aide d'un solénoïde à double enroulement. Cette voiture a d'ailleurs été décrite antérieurement en détail, et nous ne faisons que rappeler le principe pour mémoire, en l'accompagnant du schéma un peu spécial qu'ont nécessité les conditions particulières de ce véhicule.

Dans le type créé pour l'emploi spécial de cette voiture, la batterie d'accumulateurs est double, formée de deux boîtes contenant chacune vingt éléments d'une

Digitized by Google

capacité de 30 ampères-heure au régime de 30 ampères. Un coupleur C permet de connecter ces deux batteries, soit en tension, sous 80 volts et une capacité de 30 ampères-heure, au cas où la voiture fonctionne comme station centrale pour le phare, soit en parallèle, lorsque la voiture fonctionne comme véhicule, 40 volts et une capacité plus que doublée puisqu'alors chaque batterie ne débite plus que la moitié du courant total.

Dans le cas où la dynamo fonctionne sous une tension de 80 volts pour alimenter le phare, une résistance supplémentaire RS est rajoutée dans l'excitation shunt pour que la dynamo, qui dans ce cas fonctionne toujours en génératrice, tourne plus rapidement sous cette tension élevée. Le courant partant du coupleur C arrive alors à l'interrupteur bipolaire IP placé dans le coffre arrière de la voiture et où viennent se raccorder aux bornes BRP les câbles souples allant au phare. Près de cet interrupteur, un ampèremètre AP placé sur le shunt SP et éclairé par la lampe $L_5$ indique constamment ce qu'absorbe la lampe à arc du phare, soit 110 ampères sous 80 volts, en moyenne.

Le phare est monté sur un affût de canon à deux roues

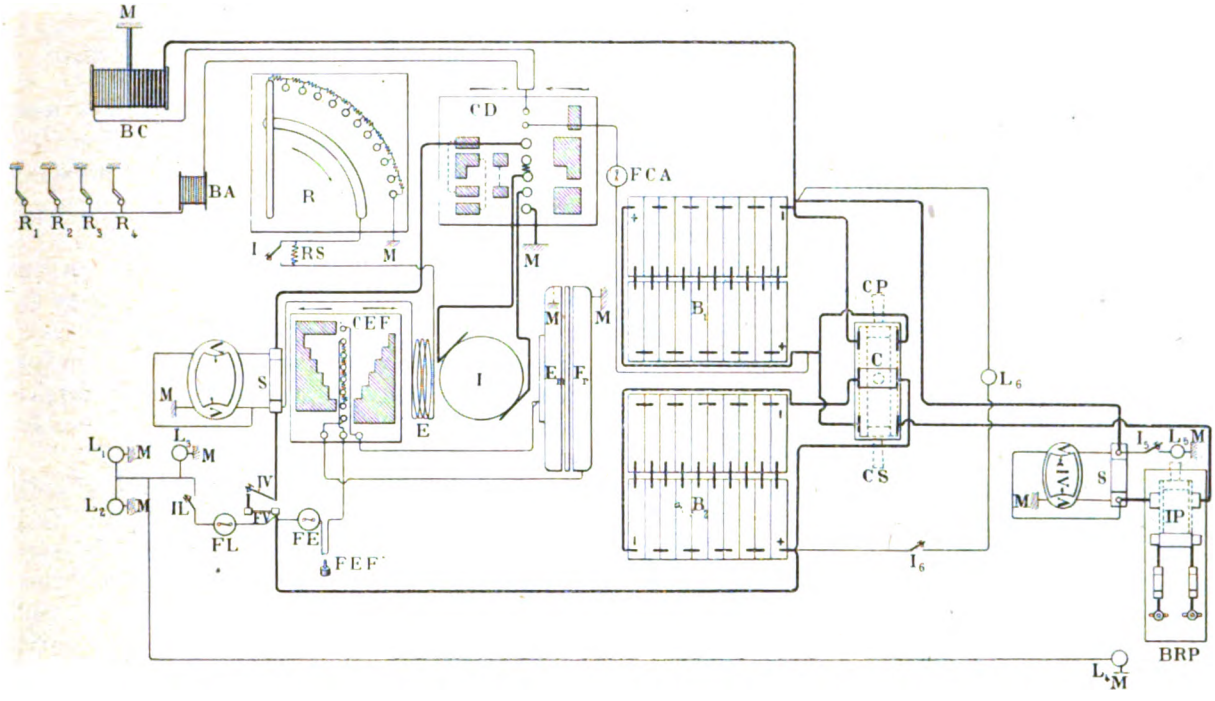



Schéma des connexions de la voiture-phare auto-mixte.

munies de bandages pleins. Il pèse deux tonnes, y compris sa lampe, ses moteurs électriques et 200 m de câble gainé de cuir et enroulés par moitié sur deux tambours *ad hoc*. Les 100 premiers mètres relient le phare à la voiture station centrale, et les 100 autres mètres relient le phare à l'appareil de manœuvre composé d'une petite boite que l'observateur attache à sa ceinture et qui comporte divers interrupteurs. Grâce à cet appareil, l'observateur manœuvre le phare à distance, ce qui est indispensable, étant donné qu'il est très difficile de voir les objets éclairés, lorsque l'on se trouve suivant l'axe du faisceau lumineux et d'un projecteur quelconque.

Cet appareil de manœuvre commande à distance :

1° Un premier moteur électrique faisant pivoter le phare autour de son axe et permettant ainsi de parcourir tout l'horizon.

2° Un second moteur électrique permettant de faire pivoter le projecteur autour de son axe horizontal.

3° Un électro-aimant agissant sur une sorte de persienne dont tous les volets sont solidarisés par une bielle, et donnant la faculté de masquer la lumière sans avoir besoin pour cela d'éteindre la lampe, avantage fort appréciable pour son réglage.

Toutes ces commandes peuvent fonctionner simultanément au gré de l'observateur à l'aide de boutons à poussoir.

Le réglage de la lampe à arc peut se faire à la main, mais il s'effectue d'ordinaire automatiquement à l'aide d'un régulateur constitué par un petit moteur électrique qui rapproche les charbons dès que, par suite de leur usure, la différence de potentiel augmente, un ressort antagoniste les éloigne pour l'allumage.

La lampe à arc absorbe 100 ampères sous 80 volts, soit 8 kw. Ce débit est aisément fourni par la dynamo qu'alimente le moteur à essence au repos. Ce moteur à essence à quatre cylindres de 100 mm d'alesage sur 120 mm de course, donne 15 kw. On règle l'étrangleur des gaz de façon à maintenir toujours une légère charge de la batterie.

Cet équipage ainsi monté, avec six personnes dans la voiture et le phare en remorque, démarre très aisément, même dans les fortes côtes, grâce au couple adjuvant

Digitized by Google

du moteur électrique, et atteint en palier une vitesse de 25 km : h.

Malgré la longueur assez considérable du châssis et de la remorque, pivotant autour d'un axe placé sur un support solidement établi à l'arrière de la voiture, le système vire avec une extrême facilité dans les courbes de rayons usuels. La stabilité de l'engin est parfaite, vu que le poids le plus considérable, celui des bobines et des 200 m de câble, est situé assez bas par rapport à l'axe des roues. Il est vrai que le phare proprement dit comporte un réflecteur constitué par un miroir Mangin et une lentille crénelée pour disperser le faisceau suivant le sens de la largeur, et que ces deux systèmes optiques doivent avoir un poids respectable.

Des essais comparatifs ont été faits aux environs d'Anvers, à l'aide de cet équipage photo-électrique et des systèmes anciens, afin de prouver le progrès considérable réalisé grâce à ce dispositif. En effet, tandis qu'avec l'ancien système, il faut atteler les chevaux qui doivent tirer le phare et ceux qui doivent tirer la locomobile alimentant le groupe électrogène, puis mettre en pression la chaudière, ce qui occasionne une perte de temps assez considérable, l'équipage Auto-Mixte, lui, est toujours prêt à partir au moindre signal, et, en quelques minutes, le phare peut être mis en service. En dehors de ce précieux avantage, l'équipage ne dépense que pendant le service, ce en quoi il est de beaucoup plus économique que le système à traction animale. Enfin, il suffit de détacher la remorque de la voiture et de remplacer les pignons des chaînes de la voiture pour transformer l'équipage photo-électrique en une rapide voiture de tourisme permettant aux officiers de l'état-major d'aller examiner les lieux où ils devront se rendre la nuit pour opérer leurs investigations. PIERRE HOSPITALIER.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 6 avril 1908.*

**Sur la présence des raies d'étincelle dans le spectre de l'arc.** — Note de MM. CH. FABRY et H. BUISSON. (Voy. les *Comptes rendus.*)

*Séance du 13 avril 1908.*

**Sur un hygroscope électrique de grande sensibilité.** — Note de M. J. PIONCHON. — Dans un circuit comprenant un galvanomètre sensible à miroir et une pile ou une dynamo d'une force électromotrice d'une centaine de volts, un tube de verre, du calibre d'un tube à essais et d'une dizaine de centimètres de longueur, se trouve inséré par l'intermédiaire de couches d'argenture recouvrant sa face interne et sa face externe, depuis l'extrême bord à un de ses bouts jusqu'à 1 cm environ de l'autre bout. Tel est l'appareil auquel j'ai reconnu qu'on pouvait faire jouer le rôle d'un hygroscope d'une grande délicatesse par suite de l'isolement variable du verre séparant les deux couches d'argenture, isolement indiqué par le galvanomètre. (*Suit le détail des expériences.*)

**Sur les changements magnétiques du spectre du fluorure de silicium observés parallèlement au champ**, par A. DUFOUR.

*Séance du 21 avril 1908.*

**Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs.** — Note de M. F. NÈGRE. — On sait que la résistance d'isolement d'un isolateur est définie par la relation $R = \frac{V}{I}$, dans laquelle $V$ représente la tension appliquée à la gorge de l'isolateur, sa ferrure étant à la tension zéro, et $I$ l'intensité du courant qui va de la gorge de l'isolateur à la ferrure.

Le trajet de ce courant suivant surtout la surface de l'isolateur, on augmente la résistance de ce dernier en augmentant ses dimensions ainsi que le nombre de ses cloches.

En outre, pour avoir, aux tensions élevées, un isolateur capable d'empêcher une étincelle disruptive d'éclater entre la gorge de l'isolateur et le goujon qui le supporte, on constitue l'isolateur de plusieurs pièces, chacune d'elles formant cloche et étant soigneusement émaillée; cette subdivision permet en outre d'obtenir la porcelaine homogène et bien vitrifiée.

Mais, à partir d'une certaine tension, des effluves se forment entre les cloches et la ferrure. C'est l'influence de ces effluves sur la résistance d'isolement de l'isolateur que je me suis efforcé de rechercher. La méthode que j'ai employée est la méthode de la déviation.

L'un des pôles d'une machine de Wimshurst était relié à la gorge de l'isolateur étudié, dont la ferrure était reliée à l'autre pôle par l'intermédiaire d'un galvanomètre. La tension était mesurée au moyen d'un électromètre Bichat et Blondlot. Le galvanomètre était protégé, contre l'électrisation par influence due au voisinage de conducteurs à haute tension, par une enveloppe métallique reliée au sol.

Pour rendre les mesures comparables entre elles, je rapportais chacune d'elles à une tension déterminée. Par exemple, j'observais la déviation $\alpha_1$ à la tension $V_1$ de l'ordre de 5000 ou de 10 000 volts, puis la déviation $\alpha$ à la tension $V > V_1$, puis la déviation $\alpha_2$ à la tension $V_1$, puis la déviation $\alpha'$ à la tension $V' > V$, et ainsi de suite, en encadrant chaque mesure à la tension $V^{(n)}$ entre deux mesures à la tension de comparaison $V_1$.

Je déterminais ainsi les rapports

$$\frac{2\alpha}{\alpha_1 + \alpha_2} = \rho, \quad \frac{2\alpha'}{\alpha'_1 + \alpha'_2} = \rho', \quad \ldots$$

Digitized by Google

On a ainsi $\rho$ en fonction de $V$; $\rho$ est proportionnel à $V$ tant que la résistance de l'isolateur est constante, puis croît avec la tension quand la résistance diminue.

1° Dans une première série d'expériences, j'ai étudié deux isolateurs en porcelaine : à simple cloche, diamètre = 80 mm, et à triple cloche, diamètre = 110 mm, tous deux secs et propres. La tension de comparaison a été 5500 volts.

2° Dans une deuxième série d'expériences, j'ai essayé divers isolateurs construits pour des tensions allant de 5000 à 50 000 volts et de diamètres et de nombres de cloches différents; ces isolateurs étaient essayés secs et propres.

3° Dans une troisième série, j'ai étudié deux isolateurs américains : l'un type 50 000 volts, diamètre = 352 mm; l'autre type 25 000 volts, diamètre = 135 mm, dans divers états. Dans cette dernière série, la cloche supérieure des isolateurs essayés était noircie au moyen d'un dépôt de carbone obtenu en écrasant avec la cloche la flamme d'une bougie. La cloche supérieure était mouillée au moyen d'un vaporisateur. La tension de comparaison de ces deux dernières séries était de 12 500 volts.

Comme conclusions de mes recherches, j'ai trouvé que pour tous les isolateurs la résistance d'isolement est constante jusqu'à une certaine valeur de la tension, que j'appellerai *tension critique* pour l'isolateur considéré.

La tension critique varie avec les dimensions, la forme et l'état de l'isolateur.

α. Elle est d'autant plus élevée :

1° Que les dimensions de l'isolateur sont plus grandes;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus grand;

3° Que l'isolateur est plus sec et plus propre.

Ainsi elle a varié depuis 11 000 volts pour l'isolateur simple cloche de la série 1, jusqu'à 16 000 volts pour l'isolateur triple cloche de la même série, et 32 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts.

Le dépôt de carbone sur la cloche supérieure a fait baisser la tension critique de 32 000 à 20 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts, et de 20 000 à 16 000 volts pour l'isolateur type 25 000 volts.

Pour ces deux derniers isolateurs les gouttes d'eau de la cloche supérieure ont fait baisser la tension critique à 16 000 volts pour le premier et à 12 000 volts pour le second.

β. A partir de la tension critique, la résistance de l'isolateur décroît d'autant plus rapidement :

1° Que l'isolateur est plus sali ou plus mouillé;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus faible.

Ainsi, par exemple, dans le cas de l'isolateur américain type 25 000, j'ai obtenu pour $\rho$ les valeurs suivantes :

| TENSION EN VOLTS. | ISOLATEUR | | | VALEUR QU'AURAIT PRISE $\rho$ SI LA RÉSISTANCE ÉTAIT RESTÉE CONSTANTE. |
|---|---|---|---|---|
| | SEC ET PROPRE. | SEC ET NOIRCI. | NOIRCI ET MOUILLÉ | |
| 12 500. . . . | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 000. . . . | 1,28 | 1,28 | 2 | 1,28 |
| 20 000. . . . | 2 | 2 | 3,6 | 1,6 |
| 25 000. . . . | 4,2 | 4,2 | 28 | 2 |
| 30 000. . . . | 7,6 | 7,8 | 66 | 2,4 |
| 35 000. . . . | 9,4 | 16,4 | 106 (?) | 2,8 |
| 40 000. . . . | 20,8 | 58 | » | 3,2 |

En outre, j'ai observé que, à une tension suffisamment élevée, supérieure à 20 000 volts, les fines gouttelettes d'eau dispersées sur la surface de la cloche supérieure d'un isolateur mouillé, se rassemblaient en grosses gouttes et se dirigeaient vers la périphérie de la cloche. Là, ces gouttes, suspendues au rebord de cette dernière, prenaient une forme conique de plus en plus pointue. Examinées dans l'obscurité, ces gouttes avaient leur pointe prolongée par des aigrettes lumineuses quand l'isolateur était à une tension positive et entourée d'une lueur de moindre étendue quand l'isolateur était à une tension négative. De nombreux effluves se produisaient alors entre les gouttes et la ferrure, et la déviation du galvanomètre augmentait rapidement avec la tension.

Le courant qui passait dans le galvanomètre atteignait jusqu'à 20 et 30 fois le courant qui l'aurait traversé si la résistance de l'isolateur fût restée constante.

Les effluves ont paru être plus considérables quand l'isolateur était soumis à une tension positive que quand il était soumis à une tension négative, et il semble que les effluves dépendent surtout de la forme de la cloche supérieure et de son diamètre, et non du nombre des cloches.

Nous nous proposons de continuer ces recherches avec le courant alternatif à haute tension.

---

*Séance du 21 avril 1908.*

**Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaîne des puys.** — Note de MM. B. Brunhes et P. David. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 27 avril 1908.*

**Sur l'ionisation de l'air par la lumière ultraviolette.** — Note de M. Eugène Bloch.

**De la vitesse de transport des ions H, Cl et OH dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.** — Note de M. E. Doumer. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 6 mai 1908.*

Après l'allocution de M. Boucherot, président, l'ordre du jour appelle la communication de M. Matignon sur **Les Progrès récents de l'électrométallurgie.**

M. Matignon rappelle que la métallurgie a fait, pour la première fois, appel à l'énergie électrique à l'occasion de la fabrication Industrielle de l'*aluminium*; ces procédés ont eu un succès considérable, au point que, dès que les brevets Héroult sont passés dans le domaine public, il y a eu surproduction, ce qui a amené une

Digitized by Google

grande baisse de prix de ce métal (le kilogramme est descendu jusqu'à 1,25 fr).

Parmi les autres métaux que l'on a cherché ensuite à extraire par des procédés électriques, citons le *magnésium*: mais, vu le peu d'applications de ce métal, il n'y a guère qu'une seule usine en Europe où on le prépare.

Le *sodium*, au contraire, si facile à obtenir par électrolyse de la soude fondue, est produit à raison de 5000 tonnes par an; on l'utilise pour la fabrication du cyanure de sodium en partant du ferrocyanure. On sait qu'il suffit de faire réagir le sodium sur ce dernier sel pour chasser le fer et obtenir le cyanure de sodium employé ensuite à dissoudre l'or dans les sables qui en contiennent.

Le *lithium* et le *baryum*, que l'on peut obtenir électriquement d'une façon analogue, sont peu employés.

Le *calcium*, au contraire, est très recherché; il a été préparé pour la première fois à Bitterfeld, par électrolyse du carbure de calcium; c'est un métal d'avenir, qui possède une énergie potentielle considérable.

On a proposé un grand nombre de procédés pour l'extraction du *zinc*, mais il n'y en a guère qu'un seul pratique, celui de Mondt, par électrolyse du chlorure de ce métal. Du reste, le zinc se maintient à un prix assez bas, en sorte que, bien souvent, les procédés électriques que l'on a proposés pour son extraction reviennent plus cher que le procédé chimique ordinaire.

*Électrosidérurgie.* — Cette branche, de plus en plus importante, de l'électrométallurgie utilise l'énergie électrique non plus comme mécanisme de séparation, mais plutôt comme agent de chauffage, en utilisant sa facile et complète transformation en énergie thermique. On a pu obtenir ainsi des températures inconnues jusqu'à ce jour, permettant de porter les corps à tel point qu'on le désire pour faciliter les réactions qui s'exercent entre eux.

Le succès a été tel qu'en Savoie M. Girod a installé une aciérie exclusivement électrique, qui produit journellement des tonnes d'aciers de qualité supérieure.

La fonte et le fer carburés étaient jusqu'ici ramenés à l'état de fer ou d'acier par les procédés bien connus; c'est ainsi que dans le Bessemer on envoie un courant d'air dans la masse en fusion; l'oxygène brûle les impuretés et fait passer le carbone et un peu de fer à l'état d'oxyde; on ajoute ensuite du manganèse qui enlève l'oxyde et passe à l'état d'émulsion.

Par les procédés électriques, l'échauffement est obtenu en faisant jaillir des arcs entre deux électrodes venant à quelques centimètres au-dessus de la scorie; c'est le cas des fours Keller, Héroult, etc. Dans le four Girod, on emploie plusieurs électrodes en parallèle, le courant se subdivise entre chacune d'elles et gagne, par la masse fondue, une série d'autres électrodes incrustées dans les parois du four.

M. Gin emploie surtout des fours à résistance où l'on utilise l'effet Joule; enfin, d'autres emploient des fours à induction; mais, dans tous les cas, ce n'est que le métal qui s'échauffe le premier, la scorie s'échauffe ensuite.

Pour faire de l'acier dans ces différents cas, supposons que l'on parte de riblons et de ferrailles ou résidus divers. On dispose ces matériaux dans le four, on leur ajoute du minerai d'oxyde de fer et de la chaux, puis, si c'est un four Girod, on fait descendre les électrodes sur la masse de matériaux; le circuit se ferme par la masse de débris de fer présentant une certaine résistance et une série de mauvais contacts, ce qui en provoque le rapide échauffement, le métal ne tarde pas à fondre. On règle alors la hauteur de l'électrode au-dessus du bain de métal fondu à l'aide d'un câble passant sur des poulies qu'un treuil entraîne dans un sens ou dans l'autre sous l'action d'un moteur commandé par un régulateur automatique système Thury.

Le minerai réagit sur le carbone, le silicium, le phosphore, etc.; les mêmes réactions d'affinage que dans le Bessemer se produisent, mais elles n'ont lieu qu'à la surface commune de séparation du métal et de la scorie; cette dernière devra être très liquide et la masse de métal toujours en mouvement.

Étant donné l'élévation énorme de la température, les réactions vont très vite, en sorte qu'en quatre heures l'opération est terminée; on enlève alors les scories oxydantes.

Pour désoxyder le bain, on ajoute, avec du charbon, du bioxyde de manganèse $MnO^2$ et de la chaux CaO; il y a réduction du bioxyde par le charbon, et le protoxyde de manganèse ainsi formé réagit ensuite sur la masse, dont il absorbe l'oxygène; on pense qu'il se forme aussi du carbure de calcium $CaC^2$, qui sert également à la réduction.

Une fois la désoxydation terminée, on ajoute du charbon et de la chaux; c'est au cours de cette dernière opération que le soufre disparaît sans qu'on connaisse bien le mécanisme de la réaction; de même le phosphore est éliminé facilement et en quantités énormes, à tel point que l'on a pu obtenir des aciers fins en partant des minerais très impurs difficiles à traiter par les procédés ordinaires.

Le four électrique permet donc, grâce aux températures élevées dont il est le siège, d'obtenir la désulfuration et la déphosphoration presque complète des minerais.

L'arsenic et le cuivre, qui constituent des impuretés très gênantes d'habitude, ne le sont plus dès que le soufre et le phosphore ont disparu.

M. Matignon passe ensuite en revue les fours Stassano, Héroult, Girod, etc. Parmi les fours à induction, le four Schneider, du Creusot, est très intéressant en ce sens qu'il comporte une circulation automatique du liquide qui favorise les réactions.

*Conclusions.* — Les aciers électriques sont équivalents aux meilleurs aciers au creuset; ils présentent, en plus, d'excellentes qualités de trempe. Ils sont très homogènes et, au point de vue de la pureté, on arrive à abaisser autant qu'on le veut la teneur en soufre ou en phosphore.

*Prix de revient.* — Il ne semble pas qu'il y ait de très grands écarts entre les prix de revient obtenus avec les différents fours; ainsi, avec un four traitant 800 kg à

Digitized by Google

la fois, il faut compter sur 8 à 900 kw-h aux bornes; en sorte que, pratiquement, il faut 1000 kw-h par tonne d'acier produite. A. S.

## BIBLIOGRAPHIE

**Essais des machines électriques. Mesures mécaniques**, par F. Loppé. — *E. Bernard*, éditeur. — 1 vol. 25×16 cm. Prix : broché, 2 fr.

Très intéressant, d'une lecture facile, ce petit livre est remarquable par sa division méthodique et la clarté de son exposition. Il forme le 45e fascicule de l'Encyclopédie électrotechnique éditée par M. Bernard et est la reproduction des conférences faites par son auteur à l'École supérieure d'Électricité.

Rompant avec la tendance des livres techniques à être volumineux, ce fascicule, comme ses congénères de la même Encyclopédie, n'a qu'une centaine de pages, et cependant la question des essais mécaniques y est très complètement traitée. Le lecteur y trouvera, dans la première partie, d'utiles renseignements sur toutes les méthodes et appareils de mesure du temps, des longueurs, vitesses et accélérations et du coefficient d'irrégularité. La deuxième partie décrit et donne le mode d'emploi des divers dynamomètres et des freins d'absorption de tous systèmes. C'est la plus importante.

La mesure des puissances par la méthode du ralentissement constitue la troisième partie. A. M.

**Manuel pratique de galvanoplastie et de dépôts électrochimiques**, par André Brochet. — *J.-B. Baillière et fils*, éditeurs, Paris, 1908. — 1 vol. 12×18 cm. Prix : cart. 5 fr.

Les industries de la Galvanoplastie et des Dépôts électrochimiques ont été regardées, jusqu'à présent, comme un peu indépendantes de toute théorie par nombre de personnes qui oublient qu'une théorie, avant de prévoir, a d'abord observé.

Comme le fait remarquer M. Haller, dans la préface de l'ouvrage :

« Toute industrie, quelle qu'elle soit, est contrainte de se retremper de temps à autre aux sources pures de la science dont elle dérive, si elle ne veut pas s'égarer dans les voies toujours tentantes de l'empirisme. »

M. Brochet a tenu précisément à réunir considérations techniques et considérations théoriques.

D'une enquête minutieuse à laquelle il s'est livré au point de vue technique, il a cherché à extraire, de documents souvent contradictoires, les conditions normales de marche des bains; il a ramené les formules innombrables à quelques types simples, en indiquant les légères modifications à leur faire subir dans tel ou tel cas particulier, et a donné les principales constantes correspondant à ces diverses formules.

Enfin, l'auteur a appliqué, d'une façon aussi sommaire que possible, la *théorie de la dissociation électrolytique*.

A ce triple point de vue, l'ouvrage est donc intéressant. Il est divisé en six parties : Théories et généralités; Installation de l'atelier; Dépôts électrochimiques; Galvanoplastie; Dosages et matières premières; Réglementation.

A signaler, en particulier, dans la deuxième partie, l'installation de l'énergie électrique, la préparation des pièces et l'installation de la cuve; dans la troisième partie, les études sur le cuivrage, le nickelage et l'argenture; dans la cinquième partie, le chapitre concernant l'*électrotypie rapide*, question entièrement nouvelle que M. Brochet a traitée à fond, dépassant même quelque peu ce qui se fait aujourd'hui pour indiquer ce qu'il sera intéressant de faire demain.

Ajoutons enfin, étant donné l'esprit dans lequel est écrit ce manuel, qu'il s'adresse non seulement à ceux pour lesquels il a été écrit, mais également à tous les chimistes s'occupant d'électrolyse et principalement d'électrométallurgie.

**Toute la chimie par l'électricité**, par Jules Séverin. *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs, Paris, 1908. — 1 vol. 25×16 cm. Prix : broché, 25 fr.

Le but de cet ouvrage, signalé à l'Académie des Sciences par M. Le Chatelier, le 9 mars dernier, a été de tout produire par l'électricité; l'auteur a essayé, à froid comme à chaud, l'électrolyse directe ou son action secondaire. Il a, paraît-il, tout obtenu ainsi, sauf quelques produits réalisés sans électrolyse à la suite au four électrique ou par l'aluminothermie. Après avoir fait l'analyse et le contrôle d'analyse, il a tout repris pour réaliser la fabrication, en partant des produits naturels, avec une abondance remarquable de produits résiduaires. Il obtient ainsi les corps simples, les acides, les métaux, tous leurs oxydes et les sels. Par des essais comparatifs, il trace les règles du nickelage parfaitement adhérent, de l'étamage, du cuivrage rouge et jaune, du platinage et même de l'aluminiage, etc. Il arrive à la pile à grand débit, par des essais scientifiques de toute nature, et, par d'autres, à l'accumulateur.

Il donne la conductibilité de tous les chlorures, en comparaison de celle des azotates, sulfates, etc., et des bains communément en usage, et les changements qui y sont apportés par la forme des vases, des électrodes, la chaleur, etc.

Il présente, pour les analyses, un système nouveau, au moyen d'un seul dissolvant : chaque métal s'y dépose à son rang, et une balance arrête le courant après le premier métal déposé. Dans les cas d'exception, où ce

Digitized by Google

système ne réussit pas, il indique le moyen d'y parer.

Ayant réalisé toutes les fabrications par l'électricité, il suffit de trouver des forces motrices naturelles pour la produire économiquement. Beaucoup de chutes de nos rivières sont encore inutilisées; il y ajoute une étude importante sur le flux et le reflux. Le chapitre se termine par une étude sur les meilleures turbines.

Ce livre est d'un style agréable à lire; l'exposé scientifique en est simple et accessible. C'est surtout un livre qui servira à la vulgarisation auprès des gens du monde.

---

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. p. E. s. e.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, 42, *boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

---

384 954. — **Prud'homme et Metais.** — *Accumulateur électrique hermétique et léger à recharge chimique ou électrique et à plaques amovibles* (12 novembre 1907).

384 976. — **Meriguet et Le Roux.** — *Plaque d'accumulateur* (21 février 1907).

384 980. — **Femerling et Porscke.** — *Pile électrique* (12 décembre 1907).

384 987. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques à collecteur* (12 décembre 1907).

384 988. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Mode de montage des pôles auxiliaires de commutation sur les machines dynamo-électriques à deux collecteurs* (12 décembre 1907).

385 021. — **Société Schneider et Cie.** — *Dispositif de connexion entre l'induit et le collecteur des dynamos* (23 février 1907).

385 022. — **Société Schneider et Cie.** — *Dispositif pour le refroidissement des collecteurs de dynamos* (23 février 1907).

385 050. — **Heintz.** — *Élément primaire* (14 décembre 1907).

384 989. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Mode de mise en service des stations centrales et des sous-stations alimentant des réseaux de distribution électrique* (12 décembre 1907).

384 995. — **Dumaine.** — *Disposition de lignes électriques aériennes* (13 décembre 1907).

385 007. — **Compagnie générale d'Électricité.** — *Retardateur pour l'interruption des circuits électriques* (13 décembre 1907).

385 051. — **Popp.** — *Interrupteur de contact électrique* (14 décembre 1907).

385 058. — **Clark et Vlasto.** — *Commutateur électrique* (14 décembre 1907).

385 046. — **Devoe.** — *Dispositif pour passer un câble à travers une conduite* (14 décembre 1907).

385 052. — **Heimeyer.** — *Enveloppe réfractaire isolante pour câble électrique* (14 décembre 1907).

8597/381 271. — **Raverot.** — *Trembleur électrique à court-circuit* (12 décembre 1907).

8568/371 260. — **Herrenschmidt.** — *Nouveau procédé de fusion au four électrique des corps facilement volatilisables* (19 février 1907).

8576/371 260. — **Herrenschmidt.** — *Nouveau procédé de fusion au four électrique des corps facilement volatilisables* (23 février 1907).

8590/355 230. — **Société C. Vigreux et L. Brillié.** — *Système de commande électrique des horloges* (10 décembre 1907).

385 119. — **Reeves.** — *Perfectionnements dans les appareils propres à enregistrer des signaux de chemins de fer et autres analogues* (17 décembre 1907).

385 066. — **Goldschmidt.** — *Machine à courants alternatifs* (14 décembre 1907).

385 089. — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Aktien Gesellschaft.** — *Procédé et dispositif pour éviter la formation d'étincelles aux balais dans les alternomoteurs polyphasés à collecteur* (16 décembre 1907).

385 102. — **Limb.** — *Système d'équipement électrique pour essoreuses ou autres machines outils devant travailler à deux ou plusieurs vitesses extrêmement différentes* (27 février 1907).

385 080. — **Bégot et la Société française de Métallurgie.** — *Joint pour canalisations électriques en aluminium* (16 décembre 1907).

385 081. — **Bégot et la Société française de Métallurgie.** — *Joint pour fils ou câbles électriques* (16 décembre 1907).

385 122. — **Ballantyne.** — *Réducteur de tension pour prise de courant sur conducteurs d'éclairage électrique* (17 décembre 1907).

385 186. — **Luthi.** — *Appareil électrique à mettre automatiquement hors de fonctionnement moteurs, lampes, etc., à des temps variables et fixables à volonté* (19 décembre 1907).

385 058. — **Lévy.** — *Procédé général pour l'électro-déposition des métaux par la voie humide, procédé dispensant les objets à recouvrir de tout nettoyage préalable* (25 février 1907).

385 059. — **Lévy.** — *Dispositif relatif aux anodes dans les bains électrolytiques* (25 février 1907).

385 155. — **Assi.** — *Perfectionnements apportés aux vases d'électrolyse* (17 décembre 1907).

385 151. — **Compagnie générale d'Électricité.** — *Mode de fixation des filaments métalliques à l'intérieur des lampes à incandescence* (18 décembre 1907).

385 060. — **Mmes Groc et Garnier.** — *Appareil électro-automatique pour projections lumineuses* (25 février 1907).

385 090. — **Firme W. C. Heraeus.** — *Dispositif de connexions électriques pour les thermomètres à résistance* (16 décembre 1907).

385 218. — **Kouzmine.** — *Système télégraphique* (5 mars 1907).

385 227. — **Graham et la Société Alfred Graham.** — *Appareil téléphonique* (24 septembre 1907).

385 255. — **Burke.** — *Perfectionnements aux dynamos* (4 octobre 1907).

385 250. — **Société Landis et Cyr.** — *Inverseur automatique pour compteurs électriques à double tarif* (19 novembre 1907).

385 349. — **Maugé.** — *Lampe électrique intermittente* (18 décembre 1907).

385 365. — **Loth, Viel et Belile.** — *Télégraphe multiple dont le principe est applicable à la télégraphie sans fil et à la téléphonie* (11 mars 1907).

385 368. — **Conti.** — *Transmetteur mécanique d'ordres et de signaux* (11 mars 1907).

385 375. — **Gaiffe.** — *Transformateur pour la production*

Digitized by Google

*d'ondes hertziennes, applicable plus particulièrement à la télégraphie sans fil* (12 mars 1907).

385 374. — **Gaiffe.** — *Dispositif de manipulation pour la télégraphie sans fil* (12 mars 1907).

385 420. —**Ben Tayoux, Chauchy et Fraysse.** — *Perfectionnement se rapportant à l'accumulateur électrique sec ou liquide* (15 mars 1907).

8618/384 976 — **Meriguet et Le Roux.** — *Plaque d'accumulateur* (30 mai 1907).

385 402. — **Lodge.** — *Perfectionnements apportés à l'excitation des bobines Ruhmkorff et autres bobines électriques* (20 décembre 1907).

385 447. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Emploi d'une bobine de self à inductance variable d'une façon continue pour supprimer ou atténuer les surtensions dans les circuits électriques* (12 décembre 1907).

385 491. — **Bullot.** — *Système de montage des isolateurs des conducteurs d'électricité sur leurs tiges métalliques* (25 décembre 1907).

385 592. — **Herrmann.** — *Procédé et dispositif pour augmenter la durée d'utilisation des lampes à incandescence électriques* (20 décembre 1907).

385 585. — **Siemens et Halske Aktien Gesellschaft.** — *Indicateur de vitesse à conducteur mobile dans un champ magnétique rotatif* (18 décembre 1907).

8633/379 708. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Système de commande pour les trains à unités multiples électriques alimentés par du courant alternatif simple* (12 décembre 1907).

385 666. — **Galletti.** — *Perfectionnements dans la télégraphie sans fil* (28 décembre 1907).

385 682. — **Grunenwald.** — *Téléphone hygiénique à microphone et récepteur combinés* (27 décembre 1907).

385 844. — **Birnbach.** — *Microphone* (31 décembre 1907).

385 874. — **Eisenstein.** — *Antenne pour la télégraphie et la téléphonie sans fil* (31 décembre 1907).

385 876. — **Eisenstein.** — *Dispositif de connexion pour détecteurs de systèmes récepteurs de télégraphie sans fil* (31 décembre 1907).

380 878. — **Eisenstein.** — *Dispositif d'émission pour télégraphie ou téléphonie sans fil* (31 décembre 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Compagnie générale des Tramways d'Anvers.** — Dans le rapport soumis le 28 mars dernier, à l'Assemblée générale des actionnaires, pour l'exercice 1907, nous lisons :

| | |
|---|---|
| Les recettes totales du trafic de voyageurs et des annonces se sont élevées à la somme de | 6 219 612,09 fr. |
| En 1906 elles se montaient à. . . . . | 5 580 591,49 |
| Il y a donc une majoration de . . . . . | 639 020,60 fr. |

Celle-ci provient de la progression normale du trafic sur les lignes anciennes et de l'exploitation pendant l'année entière des extensions vers Merxem et Deurne.

Le coefficient d'exploitation a été relativement élevé à cause de la majoration des salaires, du prix du combustible, du rendement encore faible des lignes nouvelles et de l'insuffisance des recettes en été par suite du mauvais temps.

Les résultats acquis permettent, cependant, de proposer la répartition d'un dividende supérieur à celui de l'exercice précédent, soit 6,50 fr aux actions de capital, 2,15 fr aux actions de dividende et 2,55 fr aux dixièmes de part de fondateur.

La longueur d'exploitation du réseau n'a pas été modifiée dans le courant de l'année dernière.

Quelques améliorations ont été apportées au tracé des voies. En ce moment on dédouble la ligne de Kiel à Hoboken, la simple voie ne permettant pas un service suffisant.

Le dépôt de Merxem a été équipé et relié au réseau par des embranchements de service; il est ouvert depuis le commencement de cette année; on y remisera une grande partie du matériel des lignes urbaines et, alternativement en hiver et en été, les voitures de remorque sans emploi. Il est destiné également au matériel de toutes les lignes électriques suburbaines du nord d'Anvers.

Par des conventions antérieures, le principe de généraliser le système d'abonnements établi à titre d'essai sur la ligne des avenues a été adopté. D'accord avec les administrations compétentes, depuis le 1er janvier 1908 des abonnements sont délivrés pour chacune des lignes urbaines.

En vue de la réalisation de la convention avec la Société Nationale des Chemins de fer vicinaux au sujet des lignes vicinales du nord d'Anvers, il a été constitué un organisme spécial sous la dénomination « les Vicinaux anversois »; il a pour but l'exploitation de ce réseau, qui sera en grande partie desservi à l'électricité; la Compagnie a été chargée de de son équipement. Ces travaux sont en voie d'exécution et dès le commencement de l'été le tronçon du Klapdorp à la Vieille-Barrière, avec embranchements vers Brasschaet et Schootenhof, sera prêt.

Le matériel roulant nécessaire est en construction dans les ateliers de la Compagnie. Les voitures, d'un type nouveau, seront à deux classes.

Les sous-stations de la rue Baudewyns et de l'avenue du Commerce ont été renforcées et une troisième sous-station est en montage dans l'usine de Merxem. Cette dernière sera ainsi portée à son maximum d'utilisation, et, pour les besoins futurs, on s'adressera à la Société d'Électricité de l'Escaut, dans laquelle la Compagnie a de grands intérêts.

**Compagnie Mutuelle de Tramways.** — L'assemblée générale des actionnaires a eu lieu le 15 avril 1908, pour entendre le rapport de l'exercice clos le 31 décembre 1907.

Les bénéfices nets acquis au 31 décembre 1907 ont permis la distribution d'un dividende de 4,5 fr à l'action de capital, contre 4 fr l'année dernière.

L'état du marché financier n'a pas rendu possible l'augmentation du capital social à concurrence de 5 millions de francs, autorisée par délibération de l'assemblée générale extraordinaire du 14 mai 1907.

Conjointement avec l'Union anversoise de Tramways, la Société a mené à bonne fin les importants travaux de construction et de transformation électrique des Tramways de Rosario de Santa-Fé (République Argentine), et elle poursuit activement, avec cette Société, l'achèvement des travaux de mise à l'électricité des tramways et l'installation de l'éclairage électrique de la ville de Saratov, ainsi que la construction des Tramways électriques de la province de Salerne.

La transformation à l'électricité des Tramways de Calais et celle des Tramways de Salonique, dont la Compagnie a été chargée sont en pleine voie d'exécution.

Au cours du présent exercice la Société a coopéré à la

Digitized by Google

réorganisation financière de la Société belge de Tramways (Naples-Capodimonte) et de la Société des Tramways de Koursk.

La presque totalité des entreprises dans lesquelles la Compagnie est intéressée, accusent pour 1907 une majoration sensible de recettes et donnent des résultats supérieurs à ceux de l'année précédente.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Actionnaires | 2 720.00 fr. |
| Caisse et banquiers | 746 842.75 |
| Portefeuille : | |
| Valeurs cotées : obligations | 4 934 369.70 |
| — actions | 11 246 455.75 |
| Valeurs non cotées : obligations | 550 016.08 |
| — actions | 2 977 040.00 |
| Premier établissement : constitution, titres, émission d'obligations | 375 000.00 |
| Débiteurs divers et travaux | 3 550 184.09 |
| Immeubles | 635 000.00 |
| Installation des bureaux : coffres-forts, mobilier | 75 000.00 |
| Cautionnements des administrateurs et commissaires | 110 000.00 |
| Total | 25 182 626.33 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| 50000 actions de capital | 5 000 000.00 |
| 10000 actions de dividende | pour mémoire |
| Obligations | 11 271 500.00 |
| Réserve légale | 109 984.95 |
| Coupons d'obligations à payer | 98 606.67 |
| Obligations à amortir | 190 000.00 |
| Dividende à payer | 22 108.38 |
| Créditeurs divers et travaux | 8 137 272,67 |
| Administrateurs et commissaires : cautionnements | 110 000.00 |
| Profits et pertes : solde | 243 155,68 |
| Total | 25 182 626,33 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Débit.*

| | |
|---|---|
| Intérêts sur obligations | 458 718,33 fr. |
| Frais généraux et d'administration | 77 944,96 |
| Impôts et taxes | 12 662,24 |
| Amortissement sur premier établissement | 75 000.00 |
| Amortissement sur immeubles et installation des bureaux | 5 367.15 |
| Amortissements divers | 275 000.00 |
| Solde | 243 155,68 |
| Total | 1 145 846,36 fr. |

*Crédit.*

| | |
|---|---|
| Report de l'exercice 1906 | 6 825,25 fr. |
| Bénéfice de l'exercice | 1 139 021,11 |
| Total | 1 145 846,36 fr. |

**Éclairage électrique de Saint-Pétersbourg.** — L'assemblée générale ordinaire des actionnaires de cette Société a eu lieu, au siège social, le 25 avril, sous la présidence de M. Jules Rolin, président du Conseil d'administration.

La Société a raccordé pendant l'exercice 1565 abonnés nouveaux qui ont procuré un accroissement de 58806 lampes.

Les recettes ont passé de 4932986,27 fr à 5505629,06 fr.

Cette majoration de recettes de 570642,79 fr a donné une augmentation de bénéfice d'exploitation de 427199,71 fr.

Après lecture du bilan et du compte de profits et pertes, l'assemblée, à l'unanimité des 35125 actions présentes ou représentées, approuve les résultats de l'exercice 1907 et la répartition des bénéfices, payables à partir du 1er juin prochain, comme suit :

19,30 fr à l'action privilégiée ;
14,20 fr à l'action ordinaire ;
4,30 fr à l'action de jouissance.

L'assemblée a ensuite ratifié, à l'unanimité, la nomination de M. le baron Th. de Roest d'Alkemade, en remplacement de M. Louis Biourge, décédé, et réélu M. Armand Wasseige comme administrateurs.

M. Victor Panquin a été désigné pour remplir les fonctions de commissaire.

L'assemblée a ensuite procédé au tirage au sort de 200 actions privilégiées et de 600 obligations 4,5 pour 100, appelées au remboursement et payables le 1er août prochain.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907/13 JANVIER 1908

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Premier établissement : | | |
| Apports (4 stations). Contrat avec la Douma de Saint-Pétersbourg. Frais de constitution de la Société. Différence sur placement d'obligations. Droits fiscaux, honoraires d'avocats et de notaires. Impression et timbrage de titres et divers. Frais généraux et intérêts intercalaires | | 10 949 851,26 fr. |
| Station Fontanka et bâtiment d'administration : | | |
| Immobilisations au 31 décembre 1906 | | 12 848 543,88 |
| — pendant l'exercice 1907 | | 186 166,14 |
| Réseau, éclairage public, transformateurs, compteurs, lampes à arc et divers : | | |
| Immobilisations au 31 décembre 1906 | | 11 047 216,34 |
| — pendant l'exercice 1907 | | 367 702,18 |
| Actif réalisable : | | |
| Caisse et banquiers | | 345 134,67 |
| Abonnés | | 1 450 021,54 |
| Débiteurs divers | | 34 821,61 |
| Magasins (charbons et matériaux divers) | | 542 252.95 |
| Cautionnements (titres de rente, espèces et divers) | | 255 299,58 |
| Portefeuille assurance ouvriers (Rente russe) | | 18 886,24 |
| Mobilier (en Russie et en Belgique) | | 69 596,62 |
| Outillage | | 54 258,20 |
| Compte transitoire | | 23 121,49 |
| Cautionnements administrateurs et commissaires. | | 310 000,00 |
| Compte d'ordre | | 133 000,00 |
| Total | | 38 655 872,70 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| 44000 actions privilégiées de 250 fr chacune | 11 000 000 | |
| 100 actions privilégiées sorties au tirage de 1907 | 25 000 | |
| 43900 actions privilégiées en circulation au 31 décembre 1907 | | 10 975 000,00 fr. |
| 20000 actions ordinaires sans désignation de valeur (mémoire) | | » |
| 100 actions de jouissance sans désignation de valeur (mémoire) | | » |
| Obligations : | | |
| 41755 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr. | 20 876 500 | |
| 572 obligations sorties au tirage de 1907 | 286 000 | |
| 41181 obligations en circulation au 31 décembre 1907 | | 20 590 500,00 |
| Fonds général d'amortissement | | 2 849 199,83 |
| Réserve légale | | 130 545,15 |
| Fonds de prévision pour assurance des ouvriers | | 20 577,69 |
| Coupons d'obligations non encaissés | | 3 455,75 |
| Prorata d'intérêts sur obligations (provision) | | 419 531,41 |
| Obligations et actions privilégiées restant à rembourser | | 204 750,00 |
| Dividendes non encaissés | | 11 041,00 |
| Créditeurs divers | | 1 496 455,95 |
| Cautionnements administrateurs et commissaires. | | 310 000,00 |
| Compte d'ordre | | 133 000,00 |
| Profits et pertes : Solde bénéficiaire de l'exercice à répartir | | 1 492 017,91 |
| Total | | 38 655 872,70 fr. |

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

61821. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 395. 10 Juin 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


## SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Société Industrielle du Nord de la France. — Contrôle des installations électriques. — Procédé de fabrication des électrodes pour accumulateurs fer-nickel. — Roue de trolley à graissage automatique. — Exposition d'Électricité de Marseille. — Filaments métalliques de haute résistivité. — Le lac de Constance comme bassin de retenue pour le Rhin. — Conduites pour câbles électriques souterrains à Baltimore. — L'électrification des chemins de fer de New-York, New-Haven et Hartford. . . . 241

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements :* Gennevilliers. — *Étranger :* Plaisance. — Pernik. — Smyrne . . . . . 243

CORRESPONDANCE. — Sur la terminologie des courants alternatifs. 244

ÉQUIPEMENT EN COURANT ALTERNATIF SIMPLE A 11 000 VOLTS, D'UNE LIGNE DE CHEMIN DE FER AMÉRICAINE. **E. B.** . . . . . 245

LA FABRICATION DES CONDENSATEURS POUR BASSES TENSIONS. **A. Soulier.** 248

LAMTE STEARN A ÉLÉMENTS MULTIPLES. **A. Bainville** . . . . . 251

CABLES A HAUTE TENSION ET TRANSPORT DE L'ÉNERGIE. **F. Loppé.** . 252

PENDULE ÉLECTRIQUE SANS LIEN MATÉRIEL SYSTÈME FÉRY. **A. Z.** . . . 257

LOCOMOTIVES MINIÈRES A ACCUMULATEURS. **B.** . . . . . 257

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 4 mai 1908 :* Comparaison des dynamos à courant continu série et shunt au point de vue de la rapidité d'amorçage, par **P. Girault.** Sur le spectre d'étincelle ultra-violet du dysprosium et sur les propriétés magnétiques remarquables de cet élément, par **G. Urbain.** — Variation de la force électromotrice de chaines liquides, par polarisation de diaphragmes interposés, par **Pierre Girard** . . . . . 260

*Séance du 11 mai 1908 :* Télégraphie sans fil par ondes dirigées, par **Bellini et Tosi.** — Sur la dispersion électrique de l'eau, par **M. Beaulard.** — Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme, par **Zimmern** et **Turchini.** . . . . . 262

BREVETS D'INVENTION . . . . . 265

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale :* Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité, de Limoges. — Compagnie des eaux et d'électricité de l'Indo-Chine . . . . . 265


## INFORMATIONS

**Société Industrielle du Nord de la France.** — *Concours de 1908.* — Dans sa séance publique de janvier 1909, la Société Industrielle du Nord de la France décernera des récompenses aux mémoires qui répondront de façon satisfaisante au programme des diverses questions posées par elle et, d'une manière générale, aux travaux qui réaliseront tout progrès industriel non compris dans son programme.

Ces récompenses consisteront en médailles d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze et mentions honorables ainsi qu'en primes pécuniaires.

A mérite égal, la préférence cependant sera toujours donnée aux travaux répondant aux questions mises au concours par la Société.

Les mémoires présentés devront être remis au secrétariat de la Société, avant le 15 octobre 1908.

Les mémoires couronnés pourront être publiés par la Société.

Les mémoires présentés restent acquis à la Société et ne peuvent être retirés sans l'autorisation du Conseil d'administration.

Parmi les questions mises à l'étude concernant l'électricité, nous citerons les suivantes :

*Compteurs à gaz et à eau et compteurs d'électricité.* — Moyen pratique de contrôler l'exactitude des compteurs à gaz d'éclairage, à eau et à électricité ; causes qui peuvent modifier l'exactitude des appareils actuellement employés

*N. B.* Chacun des points ci-dessus indiqués peut être traité seul.

*Électricité.* — Étude des applications de la commande électrique aux outils ou métiers de l'industrie régionale.

Recherche d'un accumulateur léger.

Nouvelles applications de l'électricité. Appareils nouveaux ou économiques.

**Contrôle des installations électriques.** — Sont chargés du contrôle des distributions d'énergie électrique :

CALVADOS. — Ingénieur : M. Guerville, ingénieur des télégraphes à Rouen.

LOIR-ET-CHER. — Ingénieur : M. Houpeurt, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Blois. — Agent du contrôle : M. Robiquet, conducteur des ponts et chaussées à Blois.



Digitized by Google

Haute-Marne. — Ingénieur : M. Boyé, ingénieur des télégraphes à Dijon. — Agents du contrôle : MM. Aubriot, conducteur des ponts et chaussées à Langres ; Debrienne, conducteur des ponts et chaussées à Saint-Dizier.

Tarn. — Ingénieur : M. Caltaux, ingénieur ordinaire des mines à Toulouse. — Agent du contrôle : M. Galtier, sous-ingénieur des mines à Albi.

Orne. — Ingénieur : M. Bellanger, ingénieur ordinaire des mines au Mans. — Agent du contrôle : M. Ledin, contrôleur des mines au Mans.

Loire. — Ingénieur : M. Macaux, ingénieur ordinaire des mines à Saint-Étienne. — Agents du contrôle : MM. Lafond et Rozier, contrôleurs des mines à Saint-Étienne.

Basses-Pyrénées. — Ingénieur : M. Danlos, ingénieur ordinaire des mines à Bordeaux. — Agent du contrôle : M. Gardes, contrôleur des mines à Pau.

Haute-Savoie. — Ingénieur : M. Rascol, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Thonon. — Agents du contrôle : MM. Bardot, conducteur des ponts et chaussées à Thonon ; Riondel, conducteur des ponts et chaussées à Bonneville.

Hautes-Alpes. — Ingénieur : M. Hugron, ingénieur des postes et des télégraphes à Marseille. — Agent du contrôle : M. Semensatis, conducteur des ponts et chaussées à Gap.

Vaucluse. — Ingénieurs : MM. Hugron, ingénieur des postes et télégraphes à Marseille ; Hugues, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Avignon. — Agent du contrôle : M. Payan, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Avignon.

**Procédé de fabrication des électrodes pour accumulateurs fer-nickel.** — L'*Elettricista* de Rome donne, dans son numéro du 1er février, un procédé assez simple de fabrication des électrodes de fer-nickel ou cobalt pour accumulateurs, et que nous reproduisons, vu sa facile réalisation.

Lorsqu'on suspend une lamelle de nickel comme anode dans une solution diluée de potasse caustique, avec ou sans adjonction d'un sel tel que le chlorure de sodium, il se forme d'abord sur la lamelle un hydroxyde qui n'adhère pas à elle mais qui se rassemble au fond du vase. Si on continue l'électrolyse, cet hydroxyde reste fixé à l'anode en formant une couche de densité croissante de l'extérieur à l'intérieur. On transporte alors la lame de nickel ainsi traitée dans une solution concentrée de potasse caustique où on lui fait encore jouer le rôle d'anode. On constate alors que la partie du dépôt avoisinant la lame devient un hydroxyde supérieur, tandis que le restant tombe au fond. Si pendant le travail, on entoure la plaque d'un corps poreux baigné par l'électrolyte, la couche se dépose dès le début, compacte et solide.

Comme corps poreux, on peut employer soit la chaux éteinte, soit l'hydroxyde de baryum, de strontium ou de magnésium. En pratique, on forme l'électrolyte par une pâte dure composée de chaux vive délayée avec une solution de potasse caustique additionnée d'une petite quantité d'ammoniaque. A la chaux, on peut ajouter de l'hydroxylamine, méthylamine, etc., et aussi l'électrolyte peut être rendu gélatineux au moyen de l'amidon.

Lorsqu'on soumet dans ce milieu la plaque de nickel au pôle positif du courant, on constate qu'elle est en peu de temps recouverte d'une couche uniforme, compacte et adhérente d'hydroxyde de nickel, probablement de formule $Ni(OH)^3$. Ce procédé peut être appliqué aux toiles de nickel et même être utilisé pour augmenter la capacité des électrodes à pâte de nickel.

Au lieu de nickel, on peut employer les autres métaux magnétiques, le fer ou le cobalt, le résultat est le même. En somme, une électrode de nickel ainsi obtenue, accouplée à des électrodes à pâte de rouille constituent dans une solution de potasse caustique un accumulateur à grande capacité mais à faible tension (1 à 1,5 volt). A. S.

**Roue de trolley à graissage automatique.** — La *Revue générale des chemins de fer* nous annonce que la « Recording Fare Register C° », de New Haven (États-Unis), utilise un nouveau type de roue de trolley, pourvue d'un réservoir à huile, en forme de demi-tore, dans lequel pénètre une rondelle en feutre serrée par les deux parties de la douille recevant l'axe de la roulette.

L'huile est ainsi amenée sur l'axe par capillarité et assure une lubrification parfaite sans graissage excessif. On évite ainsi la lubrification par le graphite déposé dans des gorges courbes de la douille de la roue. On y gagne notamment que les douilles n'ont plus de rainures et donnent une surface d'appui double avec une résistance élastique moindre, la résistivité du graphite étant de beaucoup supérieure à celle du cuivre.

La dépense d'huile serait pour ainsi dire nulle, les roues étant simplement remplies d'huile une fois pour toutes à leur sortie de l'usine et jusqu'à ce que les roues du trolley soient hors d'usage. A. S.

**Exposition d'Électricité de Marseille.** — Par suite de difficultés imprévues, la direction de l'Exposition a été retardée dans ses travaux et les Palais n'ont été que récemment mis à la disposition des exposants.

On comprendra donc que l'aménagement soit encore peu avancé. Seulement vers le premier juillet, les Palais et Galeries prendront leur physionomie définitive, quoiqu'on annonce leur ouverture au public pour le 15 juin au plus tard.

Le parc seul est actuellement visible et, le soir, il présente un charmant aspect, grâce aux flots de lumière répandus de toute part.

L'entrée principale a été illuminée par M. Heilbronner, ingénieur de l'A.E.G., et prépare bien la suite des portiques lumineux dressés par MM. Vedovelli et Priestley. Cette suite de portiques conduit à l'esplanade, au fond de laquelle se dresse l'ancien Palais de l'Exposition coloniale entièrement restauré.

A droite, diverses attractions et les galeries des applications agricoles ; à gauche, les palais de l'énergie et de la traction.

Devant cette dernière galerie se dressent les deux pylones de la télégraphie sans fil entre lesquels se déploie l'antenne. La disposition adoptée semble bonne puisque le poste a pu se mettre en relations téléphoniques avec la pointe Sainte-Marie distante d'une quarantaine de kilomètres. J. R.

**Filaments métalliques de haute résistivité.** — Parmi les propriétés physiques des filaments métalliques, il en est une qui est fâcheuse au point de vue de son application aux lampes à incandescence, c'est la conductibilité élevée de ces filaments. Il est probable que cette conductibilité augmentera à mesure qu'on se rapprochera davantage du métal pur ; dans l'état actuel, elle est déjà suffisante pour rendre, sinon impossible, au moins très délicate, la production des lampes de faible puissance lumineuse sous les tensions de 100 à 220 volts.

Deux solutions se présentent pour tourner cette difficulté ; l'une, que nous avons mentionnée récemment, qui consiste à réduire la tension sous laquelle fonctionnent les lampes par l'emploi de transformateurs ; cette solution n'est applicable jusqu'ici que sur les réseaux à courants alternatifs. L'autre solution consiste à modifier la propriété physique gênante, c'est-à-dire à réduire la conductibilité du filament : cette solution est générale mais n'est peut-être pas facile à réaliser.

C'est un procédé relatif à cette dernière solution qui fait l'objet d'un brevet récent délivré à l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*.

D'après ce brevet, si on incorpore aux filaments métalliques

Digitized by Google

des oxydes d'yttrium, d'ytterbium ou certaines terres rares ayant un poids atomique élevé et une grande affinité pour l'oxygène, la résistance des filaments est, paraît-il, considérablement accrue sans que le vide de la lampe montée avec ces filaments en soit compromis, ni que la durée de la lampe soit réduite. L'oxyde d'ytterbium conviendrait particulièrement bien dans ce cas.

Le mélange recommandé dans le brevet se compose soit de tungstène métallique en poudre, soit de sesquioxyde additionné de 20 pour 100 d'oxyde d'ytterbium; le tout mélangé avec un agglomérant convenable, est filé. Les filaments obtenus sont, paraît-il, durs et, si on les chauffe à haute température dans une ampoule vidée d'air, par passage du courant dans le filament, on n'observe aucun dégagement gazeux c'est-à-dire aucune réduction de l'oxyde incorporé. A. B.

**Le lac de Constance comme bassin de retenue pour le Rhin.** — La *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, du 16 janvier, donne les renseignements suivants sur l'utilisation totale des chutes du Rhin entre Constance et Strasbourg.

Le niveau le plus élevé du lac ne devra pas dépasser 396,46 m au-dessus de la mer. Les crues se produisant lorsque le niveau maximum de la retenue sera atteint, devront être facilement évacuées; lorsque le niveau supérieur de retenue ne sera pas atteint, il faudra retenir, en cas de hautes eaux, une partie de celles-ci, tandis qu'en temps de basses eaux il faudra au contraire que la réserve vienne en aide au débit. La navigation sur les lacs inférieur et supérieur ne devra pas être gênée; les péniches qui remontent actuellement le Rhin jusqu'à Mannheim, ou jusqu'à Strasbourg, devront pouvoir atteindre le lac de Constance, et cela avec le moins d'écluses possible.

Par suite de ces conditions le barrage de retenue devra être installé en aval du lac supérieur; ce barrage sera établi à Gottlieben et comprendra deux déversoirs chacun de 2 km de long, réunis par une digue, avec écluse pour les bateaux. Le lac inférieur devra servir de réservoir de compensation dans le cas de crues subites.

Les installations hydrauliques actuellement aménagées sur le Rhin, le sont pour le débit à l'étiage; quand les travaux seront terminés, le débit moyen sera augmenté de 200 $m^3$: s, et la puissance totale utilisable entre le lac et Strasbourg passera de 580 000 à 740 000 kw.

Parmi les installations existant actuellement ou projetées et autorisées entre Neuhausen (chutes du Rhin) et Brissach, on peut citer celle de Schafhouse-Neuhausen, qui est déjà en exploitation depuis de longues années, utilisant une chute de 30,6 m, et l'installation projetée entre Neuhausen et Waldshut avec une chute brute de 47,9 m, dont les turbines seront installées pour un débit 2,5 fois plus fort que celui de l'étiage. Sur le parcours Waldshut-Bâle avec une chute brute totale de 64,2 m, la seule installation existant est celle de Rheinfelden avec chute de 7 m; sur ce parcours sont projetés une installation à Laufenbourg (en amont de Rheinfelden) avec chute de 15,1 m et une autre à Weylen-Augst (voy. *L'Industrie électrique* du 25 février) avec chute de 8,4 m.

De la chute brute totale de 222,2 m, entre Neuhausen et Kehl, il n'y a actuellement d'utilisés que 11 m, soit 5 pour 100 à Rheinfelden et à Bâle; des concessions sont accordées pour deux installations avec chute totale de 21,5 m soit 10 pour 100 et des projets sont établis pour trois installations devant utiliser des chutes d'un total de 28,7 m, soit 15 pour 100. Le restant, soit 72 pour 100 est donc encore entièrement libre.

F. L.

**Conduites pour câbles électriques souterrains à Baltimore.** — Quand, en 1890, la municipalité de Baltimore décida la suppression dans la ville de tous les poteaux et de toutes les transmissions électriques aériennes, elle nomma une Commission chargée d'étudier un système de canalisations qu'on louerait aux diverses Compagnies pour y loger leurs câbles électriques. Le type définitif n'a été arrêté qu'en 1897, et les travaux d'exécution, commencés en février 1901, ont été retardés par le grand incendie de 1904.

L'*Electrical World*, du 4 janvier, donne la description de ces diverses installations. Le réseau comprend une canalisation principale qui suit les grandes artères de la ville et qui contient les câbles pour téléphones, télégraphes, lumière électrique, tramways et force motrice. Sur cette canalisation viennent se brancher les canalisations secondaires des différents quartiers.

Les conduites dans lesquelles sont logés les câbles électriques sont en poterie surcuite avec enveloppe générale en béton de ciment. Au début, on n'avait donné à cette enveloppe qu'une épaisseur de 0,075 à 0,10 m, mais on la porta dans la suite jusqu'à 0,15 m pour le fond, avec armatures en barres d'acier. Les regards sont en briques, et d'assez grandes dimensions. Pour les canalisations de 81 conduites, on leur a donné $2,10 \times 4,20$ m en plan, et pour celles de 12 conduites seulement $1,50 \times 2,40$ m.

La profondeur est naturellement variable suivant l'emplacement. Au fond des regards, de petits puisards ont été ménagés pour drainer les eaux d'infiltration, et comme leur niveau est généralement trop bas pour qu'elles puissent être déversées dans les égouts, on les y refoule en utilisant la pression de l'eau de la ville.

Suivant la tension, les câbles ont été divisés en cinq classes; la dernière renferme les câbles à 6600 volts et au-dessus; un règlement fixe la résistance d'isolement pour chaque classe. Dans les regards, une cloison horizontale sépare la cavité en deux compartiments, le haut étant réservé aux câbles pour la force motrice et la lumière, et le bas aux câbles télégraphiques et téléphoniques.

Une quinzaine de Compagnies, dont les câbles sont soigneusement repérés, louent cette canalisation, d'après un tarif qui varie de 1 fr par mètre et par an jusqu'à 0,05 fr, le taux de la redevance décroissant à mesure que la longueur des câbles posés augmente.

**L'électrification des chemins de fer de New-York, New-Haven et Hartford.** — De divers côtés on a fait courir le bruit, dernièrement, que l'installation électrique des chemins de fer de New-York, New-Haven et Hartford ne donnait pas entièrement satisfaction. Cette nouvelle, sans aucun fondement, a été démentie catégoriquement par les personnes les plus autorisées et les mieux placées pour le faire. Une nouvelle preuve du fonctionnement remarquable de cette installation vient d'être donnée par le fait que la Compagnie des chemins de fer de New-York, New-Haven et Hartford a passé commande à la Compagnie Westinghouse de six autres locomotives à courant alternatif simple de 735 kw, semblables aux trente-cinq locomotives déjà livrées et qui sont en service régulier depuis le mois de juillet dernier pour remorquer les trains de banlieue entre New-York Central Terminus et Stamford.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Gennevilliers.** — *Adjudication.* — Nous apprenons qu'un concours est ouvert pour la fourniture et l'installation à l'usine élévatoire des eaux d'égout de Paris, dite de Colombes,

Digitized by Google

située à Gennevilliers (Seine), à proximité du pont-aqueduc d'Argenteuil, de deux nouveaux groupes élévatoires.

La nouvelle installation comprend la fourniture, le transport et la mise en place, pour chaque groupe :

1° D'une pompe centrifuge, capable de fournir le débit normal de 1000 litres par seconde à la hauteur manométrique de 45 mètres.

2° D'un moteur triphasé dont tous les organes seront disposés de manière à être situés au-dessus de la cote (29,00) dessus du plancher de la salle des machines;

3° D'un tableau de manœuvre avec rhéostat et bobines de self pour la mise en marche du moteur triphasé.

Le moteur recevra le courant fourni par la société anonyme « Le Triphasé », dont le siège social est à Asnières, quai Aulagnier, 25, ce courant étant sous une tension de 5500 à 5500 volts et 25 périodes par seconde.

4° Des tuyautages et canalisations.

Les soumissions seront reçues jusqu'au 18 juin 1908.

ÉTRANGER

**Plaisance (Italie).** — *Captation de chutes d'eau.* — L'ingénieur Calatroni, de Crémone, a étudié et vient de publier un rapport concernant la dérivation du Pô, d'une puissance minimum de 40000 kilowatts et moyenne de 50000 kw, à l'aide d'une installation qui serait faite dans la province de Plaisance.

Il s'agirait, au moyen de l'œuvre projetée, non seulement de produire une puissance considérable mais encore d'améliorer les conditions actuelles de la navigation sur le parcours Plaisance-Monticelli di Ongina. Pour la création de l'usine, la chute nécessaire serait établie en utilisant la différence de niveau existant dans cette partie du fleuve, tant, par le moyen du regorgement des eaux, que par un canal qui coupe l'isthme de la péninsule Serafina. La navigation serait améliorée en ce sens que le parcours serait abrégé, que le tirant serait augmenté et qu'il y aurait conséquemment diminution de rapidité du courant.

L'installation serait faite sur le territoire de Plaisance mais intéresserait également la province de Milan. Le Pô, entre les localités dont il est question, décrit trois grandes sinuosités en forme de croissant.

Il court entre les rives escarpées et élevées, sur un lit composé de terrains d'alluvion et bien souvent de nature argileuse compacte; il a une profondeur de 9 m et une largeur de 500 et même de 700 m, principalement dans les endroits où il bifurque pour donner naissance à des îlots bas et submersibles.

Le pente du niveau d'étiage du Pô, dans le projet en question, dépasserait rarement 15 cm par km et la différence de niveau serait de 7,53 m.

Deux ponts en fer, un pont de bateaux à Plaisance et quelques ponts flottants échelonnées le long du parcours, établiraient la communication entre les deux rives.

**Pernik (Bulgarie).** — *Adjudication.* — Nous apprenons que le 19 juin 1908, avant 3 heures, Direction des mines, carrières et eaux minérales, à Sofia, il sera procédé à la fourniture de tout le matériel nécessaire pour l'installation d'une usine centrale électrique, destinée à la production de l'énergie, la transmission de cette énergie pour les besoins de la mine de Pernik, l'éclairage de la surface, etc. Caut., 30000 fr en numéraire ou en titres de l'État bulgare. Ce cautionnement devra être déposé à la banque bulgare, à Sofia.

**Smyrne (Turquie).** — *Applications de l'électricité.* — L'importation de tout matériel électrique a été longtemps prohibée en Turquie. Le sultan vient récemment de lever cet interdit d'un autre âge. Damas, La Mecque et Médine se sont hâtés d'en profiter pour s'éclairer à l'électricité. Smyrne marche sur leurs traces. La première application de l'électricité y a été l'installation d'un cinématographe; puis un certain nombre d'établissements commerciaux ont adopté la lumière électrique. En somme, un mouvement important se manifeste dans l'Empire ottoman pour l'emploi de l'électricité.

## CORRESPONDANCE

### Sur la terminologie des courants alternatifs.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF.

Dans le numéro du 25 avril dernier, M. Picou a invité les lecteurs de votre excellente revue à discuter les idées qu'il a exposées sur la terminologie des courants alternatifs. M. Picou voudrait qu'on remplaçât le mot *monophasé* par le mot *simple*, et que, d'autre part, on employât le terme *diphasé* pour les réseaux monophasés à trois fils (terminologie actuelle) et le terme *tétraphasé* pour les courants diphasés en étoile avec point neutre, ou diphasé à 5 conducteurs (terminologie actuelle).

Je me permets, pour que l'invitation de M. Picou ne reste pas plus longtemps sans réponse, de faire la critique de ces deux modifications comme il suit :

1° Le terme *monophasé* est parfaitement exact, au point de vue théorique aussi bien que grammatical, puisqu'il s'applique à un courant qui n'a qu'une phase. On confond trop souvent une *phase* avec une *différence de phases*. Pour qu'il y ait différence de phases, il faut évidemment deux phases; c'est le cas des courants diphasés. Mais cela n'implique pas du tout qu'un courant unique ne puisse avoir une phase; en fait il en a toujours une, ne fût-ce que par rapport à l'heure sidérale, prise à un moment donné; si, en général, l'origine des temps à laquelle on rapporte cette phase unique est arbitraire, cela n'est pas un motif pour la supposer inexistante. D'ailleurs on parle bien pour un appareil monophasé, de différence entre *la phase* de la f. é. m. et *la phase* du courant.

Au point de vue grammatical, il serait extraordinaire que, si l'on appelle *diphasé* un système qui a deux phases, on ne puisse pas appeler *monophasé* un système qui a une phase.

2° On ne peut pas employer le mot *diphasé* pour un système *monophasé* à trois fils, par le bon motif que cette dernière définition est tout à fait suffisante et qu'à son défaut, il ne resterait aucun terme pour définir les courants réellement diphasés, à trois fils, dont un servant de retour commun aux deux phases.

M. Picou semble n'avoir pensé, comme procédé de production de courant, qu'à un induit à bobinage continu, ce qui lui fait admettre que tous les courants à deux phases décalés de $\frac{\pi}{2}$ sont des courants tétraphasés; en réalité, il existe des réseaux diphasés à trois fils, alimentés par des alternateurs à bobines sur forme, qui n'ont pas de point neutre.

Il n'y a donc pas lieu, je crois, de modifier la terminologie actuelle, mais on peut inviter les Électriciens à employer plus fréquemment l'épithète *tétraphasé* pour les systèmes à cinq fils, les seuls qui aient réellement quatre phases.

Veuillez agréer, etc.....

*Un élève du Vieux Lecteur de* L'Industrie Electrique.

Digitized by Google

ÉQUIPEMENT

EN

# COURANT ALTERNATIF SIMPLE A 11 000 VOLTS

D'UNE LIGNE DE CHEMIN DE FER AMÉRICAINE

La récente substitution de l'électricité à la vapeur sur une portion de la ligne de chemin de fer de l'Érié présente, surtout en ce qui concerne l'établissement de la ligne aérienne, un certain nombre de points intéressants mis en relief par l'*Electrical Railway Review* de Chicago.

La section ainsi transformée a 55 km, dont 30 environ entre Rochester et Avon et 25 au delà. La ligne est tout entière à voie unique avec garages aux stations, distantes entre elles de 5 à 7 km. Les rampes y sont faibles et les courbes très douces pour la plupart.

La ligne avait été récemment refaite en rails de 36 kg sans joints soudés, le système alternatif simple à haute tension, à faible intensité et impédance élevée, rendant ce travail inutile.

La traction électrique n'y est appliquée que pour le transport des voyageurs, le trafic des marchandises et même celui de certains trains directs de voyageurs continuant à se faire par la vapeur.

La puissance, fournie par les chutes du Niagara, est transmise sous 60 000 volts en triphasé par les lignes de la Compagnie de l'Ontario, qui exploite la station génératrice. Un embranchement spécial de transmission a été établi de Mortimer, à un peu plus de 6 km au sud de Rochester, à Avon, le long de la ligne de chemin de fer de l'Érié. Les poteaux y sont du type pylône, en treillis. Une distance de 2 m en triangle équilatéral sépare les trois fils l'un de l'autre. Les tiges d'isolateurs sont mises à la terre par un fil de cuivre. Le fil neutre est également à la terre, à travers une résistance, à la station génératrice. Des parafoudres à cornes sont montés de cinq en cinq poteaux. Les conducteurs consistent en câbles de fil de cuivre de 5 mm de diamètre toronné. La distance normale courante entre les poteaux est de 63 m. Au passage au-dessus des voies, des câbles de cuivre de 8 mm, portés par des tourelles d'acier maintenues par des haubans, rendent impossible que, en cas d'accident à la ligne, les conducteurs tombent en travers de la voie.

La sous-station est à Avon. Le montage des parafoudres pour 60 000 volts établis sur son terrain, comporte, sur chacun des trois conducteurs, trois intervalles de cornes en série ayant respectivement des longueurs de 12, 12,5 et 15 cm et séparés par une colonne de béton en série avec le premier espace vide, un parafoudre électrolytique en série avec le second et un fusible de 1,5 m de fil de cuivre de 1 mm en série avec le troisième, c'est-à-dire entre une des cornes et le sol. Chacune de ces cornes est d'ailleurs en fer rond de 12,5 mm. Entre la ligne et le premier parafoudre se trouve un interrupteur à levier du type à crochet, et, entre le dernier parafoudre et l'entrée de la sous-station, chaque conducteur est muni d'un fusible en fil de cuivre de 1 mm, monté horizontalement sur un support spécial ménagé *ad hoc* au sommet d'un poteau. Ces fusibles sont insérés dans des tuyaux de bois de 1,5 m de long garnis de filin. Tout cet ensemble est installé sur 18 poteaux de châtaignier avec plateforme surélevée, entourée d'une grille et fermée par une porte qui n'en permet l'accès qu'en cas de nécessité. Les trois conducteurs à haute tension pénètrent dans la sous-station par des disques de verre ménagés dans un encadrement en poterie de 90 cm. A l'intérieur de la sous-station, les circuits passent d'abord à travers trois disjoncteurs pour 60 000 volts pour se rendre de là aux trois bobines de réaction et transformateurs isolés à l'huile. Les connexions principales aboutissent finalement à un jeu de barres collectrices dans la salle de transformation.

Pour être utilisé en courant alternatif simple, le courant triphasé sous 60 000 volts se distribue entre trois transformateurs Westinghouse isolés à l'huile et refroidis à l'eau, d'une puissance de 750 kw chacun. Deux seulement de ces transformateurs fonctionnent actuellement à la fois. Le troisième sert de réserve. Les connexions de haute tension sont établies de telle sorte que, l'un des appareils venant à manquer en service, la substitution d'un autre en réserve se fait rapidement. Les enroulements de basse tension sont également disposés de manière à permettre de légères variations de la tension secondaire par suite du fonctionnement de la ligne de trolley. Une extrémité de chacun d'eux est mise à la terre.

Les bacs de transformateurs sont mobiles sur des rails de service les amenant jusque sous un monte-charge à main de 10 tonnes, qui permet d'en soulever un élément quelconque pour réparation en cas de besoin. L'huile dont ils sont entretenus est puisée et distribuée mécaniquement entre eux; la circulation d'eau y est également assurée par les réservoirs de la Compagnie du chemin de fer. La division naturelle de la ligne en deux sections, nord et sud d'Avon, se prête très bien à la transformation de triphasé en diphasé. La connexion est faite en étoile. Chacun des deux transformateurs en activité alimente naturellement une des deux sections exploitées électriquement. Les barres de distribution à basse tension, ainsi que les disjoncteurs automatiques à huile commandant les feeders de trolley, sont disposées le long des murs de la salle.

Les feeders à haute tension montent jusqu'à l'étage au-dessus; ils sortent du bâtiment à travers des disques de verre encadrés dans des carreaux circulaires en terre cuite et protégés par des parafoudres Westinghouse à faible équivalence montés dans des niches en briques et renforcés par des parafoudres électrolytiques correspondant à leur tension de 11 000 volts. Un système de sonneries allant à la guérite du surveillant prévient du fonc-



Digitized by Google

tionnement des interrupteurs automatiques aussi bien que d'une élévation anormale de température d'un transformateur quelconque. La station proprement dite n'exige pas la présence constante d'un surveillant. Le personnel ouvrier d'un atelier voisin de réparation de voitures de la ligne est organisé de manière à disposer toujours des hommes nécessaires à la manipulation éventuelle des interrupteurs de la sous-station. Les frais de surveillance sont ainsi réduits au minimum.

La ligne aérienne est d'une construction spéciale et, à bien des égards, unique. Elle est presque entièrement à potences, sauf en quelques points où des voies d'évitement de chaque côté de la voie principale n'en ont pas permis l'établissement. Les poteaux d'appui y sont en

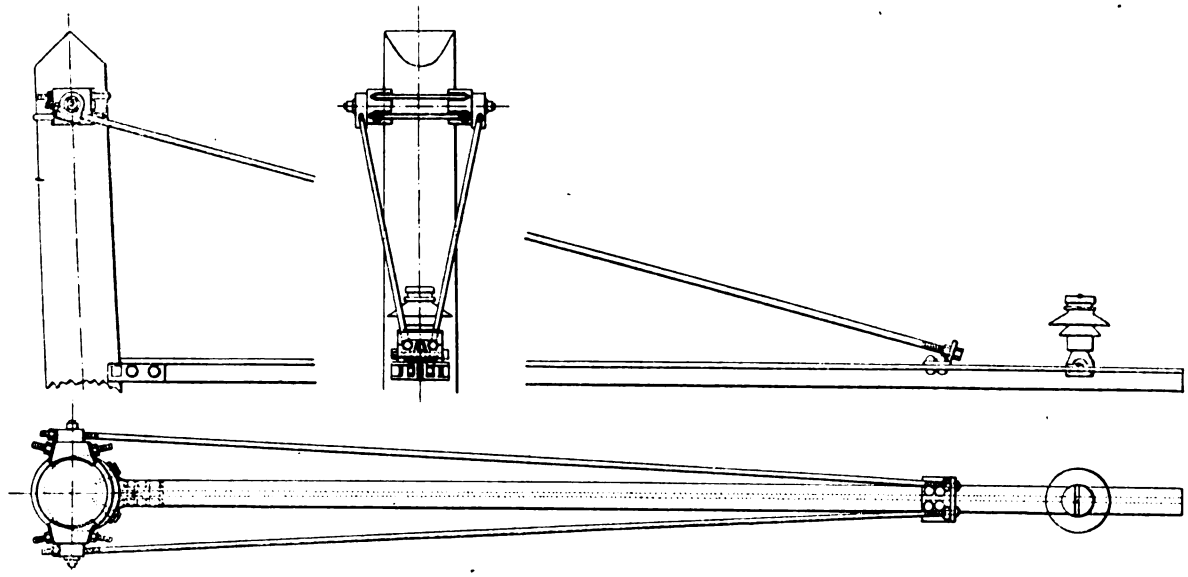


Fig. 1. — Détails de montage d'une potence.

châtaignier avec 30 cm de fruit environ. La figure 1 montre les détails de la potence courante. Là où s'en imposent de plus longues, on y pourvoit par emboîtement d'une allonge de fer à leur extrémité, avec liaison spéciale à la partie tout à fait supérieure du poteau. Les supports d'isolateurs sont en fonte malléable d'un type particulier. Ces isolateurs, de 17 cm de diamètre sur 15 de haut, sont en deux pièces et à triple cloche. La majeure partie du montage en ayant été faite en hiver et précipitamment, on a dû employer pour leur liaison un

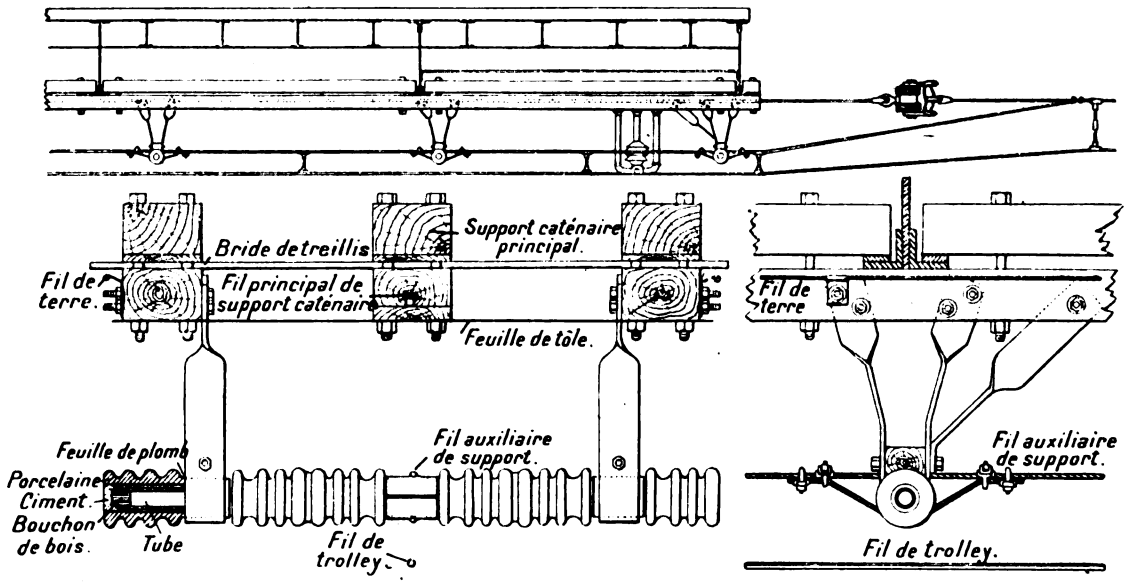



Fig. 2. — Support caténaire de fil de trolley.

ciment à prise rapide de litharge et de glycérine, à l'exclusion du ciment de Portland.

Le fil de support est en acier extra-tenace, à sept torons, de 10,5 mm de diamètre; le fil de trolley est en cuivre rainé, de 10 mm de diamètre. Les portées en ligne droite ont 56,5 m de long. Dans les courbes l'écart maximum est de 17 à 18 cm de part et d'autre de l'axe de cette voie. La suspension caténaire est du type matricé

Digitized by Google

de l'*Electric Railway Equipment C°*. Le trolley et les oreilles de support sont maintenus en place par des contre-écrous, et le plus grand soin a été apporté ici aux détails d'installation, de manière à ne permettre le desserrage d'aucun organe en même temps qu'à assurer une facile et rapide application aux fils de trolley. Les supports sont espacés de 3 en 3 m. Les tendeurs fixes ne sont appliqués que dans les courbes et les changements de direction. Les détails de forme du support de fil se voient sur la figure 2.

Les fils d'attache sont simplement en fil télégraphique galvanisé employé exprès pour ne pas fixer trop rigidement le fil de support à l'isolateur, de telle sorte que, si, pour une raison quelconque, une potence se détache du poteau, la secousse qui en résulte et son poids séparent ce fil du fil de support et laissent la console tomber indépendamment de ce dernier, ce qui diminue les chances de sa rencontre par un train à vapeur.

Chaque potence est mise à la terre, ce qui écarte tout danger d'incendie des poteaux.

La construction en longues portées appliquée là où les circonstances l'exigeaient absolument est aussi analogue que possible à la construction à potences, avec les mêmes types de supports et d'isolateurs. On y a souvent employé des poteaux formés de vieux rails noyés dans du ciment.

Au passage d'un certain nombre de ponts très surbaissés, la disposition de la ligne a dû être modifiée comme l'indique la figure 3, les isolateurs, du type poulie, étant

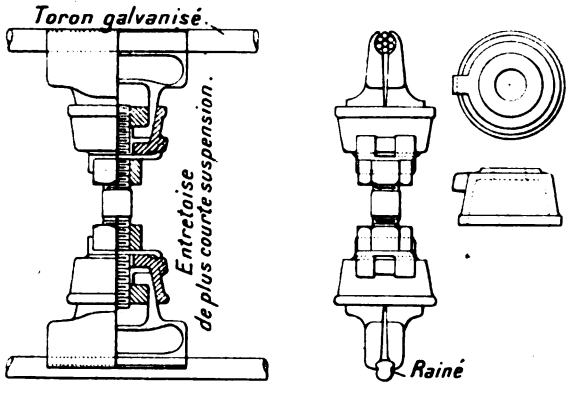



Fig. 3. — Installation de trolley sous un pont surbaissé.

fixés sur des traverses horizontales en chêne, montées à plat.

Presque tous les fils télégraphiques et téléphoniques qui antérieurement croisaient la ligne ont été montés souterrainement. Là où il n'en est pas ainsi, les précautions sont prises pour empêcher tout contact éventuel de fil téléphonique coupé avec le fil de trolley. Une ligne téléphonique privée, à deux fils, avec appareils de communication relie d'ailleurs tous les postes de signaux et les sous-stations et ateliers. Ce réseau est porté par les poteaux à potences du trolley, avec transposition de fils tous les trois poteaux.

La ligne de trolley est divisée en sept sections, séparées par des isolateurs de section à l'épreuve des 11 000 volts du système. A la sous-station d'Avon un interrupteur spécial assure la séparation absolue des deux moitiés de la ligne de trolley permettant l'utilisation sur chacune d'elles des phases séparées du courant de trolley.

Les conditions de traction électrique sur cette ligne sont telles qu'il n'y a pas besoin de feeders. Chaque isolateur de section est muni d'un « sauteur » comprenant un interrupteur à lames, du type à crochet, qu'on peut mettre en œuvre quand on veut couper la section correspondante. Mais normalement les interrupteurs sont fermés et les sauteurs assurent la continuité du fil de trolley.

Un autre détail particulier du type caténaire de construction de trolley est le « déflecteur », sorte de chasse-roue mécanique placé à l'angle formé par l'intersection des fils de trolley aux aiguillages et qui a pour objet d'empêcher l'extrémité du sabot de pantographe, en passant sous l'un des deux fils, d'atteindre l'autre.

Six voitures sont équipées électriquement. Elles ont, hors œuvre, 15,65 m de long sur 2,65 m de large et 4,2 m au-dessus du rail. Quatre d'entre elles sont affectées uniquement aux voyageurs; les deux autres sont mixtes et comportent, indépendamment de compartiments ordinaires à voyageurs, un fumoir et un compartiment à bagages.

Leur équipement électrique consiste en quatre alterno-moteurs simples Westinghouse de tramways, d'une puissance nominale de 75 poncelets (100 chevaux) chacun à réduction par engrenages dans le rapport de 20 à 65. Le mode de suspension est du type à nez; les engrenages sont solidement fixés sur les essieux. Le système de commande est du type électro-pneumatique Westinghouse. Le mécanisme pantographique du trolley est relié au circuit de commande à travers le relais de ligne, de telle sorte que toute interruption dans l'alimentation en courant de haute tension, par ouverture de l'interrupteur de ligne ou du disjoncteur de circuit principal, fait immédiatement abaisser le trolley.

Le transformateur, d'une puissance de 200 kw, est du type à bain d'huile. Il est muni de trois prises à haut potentiel et de huit à bas potentiel, ces dernières pour 500 à 110 volts et celles-ci servant au chauffage, à l'éclairage et autres services accessoires.

La canalisation à haute tension de la voiture est faite en majeure partie de câble à isolement en toile vernissée sous conduites en fer. Il n'y est employé que peu de câble sous caoutchouc à grand isolement et encore est-il protégé par du ruban de toile vernie partout où il y a risque de décharge à la terre avec rupture d'isolant.

Le courant venant du circuit principal du moteur passe par l'interrupteur limiteur du moteur qui solidarise le groupe interrupteur et rend impossible l'application des interrupteurs successifs si l'interrupteur limiteur n'est pas fermé.

Le circuit de commande comprend un combinateur-maître dans chaque cabine, les fils de ligne du train et leurs connexions; il verrouille une batterie d'accumulateurs alimentant ces fils et un groupe moteur-générateur

Digitized by Google

servant soit à charger les batteries soit à actionner le système de commande. Des boutons de contact actionnent les diverses manœuvres concernant ces appareils.

Chaque côté du combinateur comprend quatre crans d'arrêt, dont un correspondant à la marche par inertie, et les autres aux différentes vitesses voulues. Le renversement de marche s'effectue par manœuvre inverse de la manette du combinateur, et, si celle-ci est arrêtée au point mort, ce qui est automatique en cas d'abandon par la main, le frein est immédiatement appliqué.

Dans une cabine, un coffre tapissé d'amiante et à portes d'acier renferme un tableau de distribution en ardoise portant les appareils de commande et de protection.

Les équipements ci-dessus ont été faits pour actionner des trains d'une seule voiture avec arrêt tous les 1500 m environ, à la vitesse moyenne courante de 58 km à l'heure ou pour traîner une remorque à la même vitesse, avec arrêts tous les 4 km.

Un véritable block-système complet assure la sécurité des trains souvent suivis, sur voie unique, par des trains de voyageurs ou de marchandises actionnés par la vapeur. Le blocage s'étend normalement à un intervalle de stations régulières de la ligne; ou, si ces sections sont trop longues, on les scinde par des tourelles à commutateur qui donnent, en somme, des sections de 6,5 km environ de longueur moyenne. Grâce aux commutateurs installés aux voies de garage, dans les tourelles et aux stations, ainsi qu'aux communications télégraphiques ou téléphoniques reliant tout cet ensemble, le mouvement des trains de toute nature est parfaitement régularisé et il est absolument impossible à plus d'un train de s'engager sur une section.

Pour parer à l'influence constante du fil de trolley à courant alternatif simple toujours en charge, alors même qu'il ne circule pas de voiture, sur les lignes télégraphiques voisines, la *Western Union Telegraph Company*, après avoir essayé bien des systèmes, s'est finalement arrêtée à celui de M. E. W. Applegate qui triomphe très efficacement de tous ces effets statiques. La conversation téléphonique est également claire et distincte, et, bien que les fils et appareils soient fortement chargés statiquement, quelques simples précautions suffisent pour en permettre un large usage. On a l'intention d'installer des téléphones portatifs sur les voitures. E. B.

---

## LA FABRICATION DES CONDENSATEURS POUR BASSES TENSIONS

Peu employés autrefois, les condensateurs tiennent aujourd'hui une place de plus en plus marquée dans certaines applications, notamment en téléphonie, depuis que l'on installe partout des réseaux à batterie centrale.

Tandis qu'en 1898 on ne les utilisait guère qu'en télégraphie, leur fabrication s'est vue s'accroître subitement, à tel point que la capacité totale des condensateurs fabriqués en Europe et en Amérique pendant la seule année 1907 est estimée au chiffre remarquable de 5 farads.

Étant donné ces nouveaux débouchés, il a fallu créer de nouveaux procédés de fabrication laissant loin derrière eux l'assemblage feuille par feuille qui ne permettait à à un ouvrier de ne produire qu'à peine 1 ou 2 microfarads par jour.

Dans une communication faite devant l'*Institution of Electrical Engineers* (1), M. Mansbridge a examiné en détail cette question dont l'importance s'accroît chaque jour davantage. Nous en extraierons quelques passages intéressants en examinant les différentes sortes de condensateurs employés jusqu'à ce jour et leurs procédés de fabrication.

*Condensateurs au mica.* — Ces condensateurs, excellents s'ils sont bien fabriqués, sont peu employés et réservés plutôt aux laboratoires, le prix élevé du mica (qui doit être choisi spécialement pour cette application) n'a permis d'en faire jusqu'à présent que des appareils étalons dans lesquels les précieuses qualités du mica sont mises à profit. On sait, en effet, que les condensateurs au mica conservent leur charge bien mieux que ceux au papier et qu'ils permettent à volume égal de réaliser de bien plus grandes capacités, malheureusement leur prix atteint facilement dix fois celui de condensateurs au papier de même capacité. Les dimensions des feuilles pouvant être utilisées avec le mica sont assez limitées, car ce corps ne se rencontre pas dans la nature sous un volume très grand. Pour des condensateurs, dans lesquels le mica employé doit être très sain, il ne faut guère compter avoir des feuilles dépassant 10 cm $\times$ 10 cm; l'épaisseur, on le sait, peut être prise aussi petite qu'on le veut par suite de la curieuse propriété que possède le mica de se cliver, mais en général il ne faut pas descendre au-dessous de 0,057 mm à 0,05 mm. Pour obtenir une capacité invariable avec le temps, il est nécessaire que les feuilles de mica et d'étain entrant dans la composition du condensateur étalon, soient parfaitement plates et exemptes de rugosités de façon à pouvoir être assemblées et à être comprimées sans qu'il se produise de détérioration (fissure ou déchirure); il est également nécessaire d'expulser l'air qui pourrait rester entre les feuilles d'étain et de mica au moment de l'assemblage.

M. Alexandre Muirhead a trouvé que les feuilles de mica avaient un coefficient de température positif quand on les imprégnait de gomme laque et un coefficient négatif si on les trempait dans la paraffine. Si donc l'on construit un condensateur moitié avec des feuilles de mica imprégnées de paraffine, moitié avec des feuilles imprégnées de gomme laque, la variation de capacité

(1) *Electrical Engineering* du 14 mai 1908, p. 741.

Digitized by Google

dans les limites habituelles de température sera nulle, propriété précieuse pour des étalons.

Si l'on veut obtenir un bon isolement joint à une faible absorption, il est nécessaire de choisir soigneusement les feuilles de mica et de les prendre d'épaisseur régulière et uniforme, exemptes de veines, de craquelures ou de fentes. Le montage du condensateur se fait généralement sur un marbre chaud, on doit prendre grand soin de chasser les bulles et l'excès de gomme laque ou de paraffine. La dessiccation doit être lente, la température ne doit pas dépasser 100°. Une fois terminé, le condensateur doit être pressé avec soin, mais sans excès, on le laisse se refroidir sous la presse jusqu'à ce que la gomme laque ou la paraffine aient fait prise, il est alors prêt à être utilisé.

*Condensateurs en verre.* — L'importance de plus en plus grande, prise par la télégraphie sans fil et l'emploi des rayons X a fait ressortir ces temps-ci davantage les qualités des condensateurs en verre.

On a cependant remarqué que les bouteilles de Leyde et autres condensateurs analogues étaient vite mis hors d'usage s'ils présentaient le moindre point faible entre le diélectrique et le métal servant d'armature, ce qui a conduit certains expérimentateurs à déposer chimiquement une couche d'argent sur le verre au lieu d'y coller une feuille d'étain. On arrive à précipiter l'argent par le même procédé que celui employé pour l'argenture des miroirs de projecteur. Ces moyens sont bien connus; rappelons simplement que l'on n'obtient ainsi de bon dépôt que si la surface du verre a été nettoyée avec beaucoup de soin. Le dépôt d'argent est ensuite protégé par un vernis ou même quelquefois recouvert d'une couche de cuivre par la galvanoplastie.

Les condensateurs à haute tension de M. Moscicki, récemment introduits sur le marché, sont obtenus d'une façon analogue. On sait que ces appareils représentent jusqu'à présent les meilleurs condensateurs industriels pour de très hautes tensions.

Des batteries de ces condensateurs sont utilisées pour écouler dans le sol les courants à haute fréquence dont les réseaux de distribution sont souvent le siège et pour améliorer le facteur de puissance de ces réseaux souvent voisin de 0,75.

*Condensateurs en papier.* — Tout le monde connaît les petits condensateurs utilisant le papier comme diélectriques si employés pour les bobines de Ruhmkorff et pour les mesures où une constance de la capacité n'est pas absolument nécessaire. La méthode employée pour les construire consiste à prendre des feuilles d'étain de dimensions légèrement plus faibles que les feuilles de papier et à les empiler alternativement. Il est nécessaire de chauffer le papier au préalable pour le dessécher, puis de l'immerger dans de la paraffine chaude; le condensateur est ensuite construit comme ceux au mica en utilisant un marbre chaud sur lequel on pose alternativement une feuille de papier paraffiné, puis une feuille d'étain, etc. L'épaisseur de papier, généralement utilisée, est voisine de 0,025 mm, les feuilles d'étain sont prises aussi fines que possible, soit de 0,0075 mm au minimum (au-dessous elles ne sont plus maniables).

Inutile d'ajouter que cette méthode de préparation des condensateurs est longue et coûteuse; elle a en outre l'inconvénient d'exposer le personnel aux ennuis résultant de la manipulation de la paraffine chaude et à ses émanations, ceci à un tel point qu'à Londres, dans certains ateliers, on était obligé de faire cesser cette fabrication pendant les journées chaudes d'été.

De plus, le long procédé consistant à assembler à la main les feuilles de papier et d'étain (il en faut en moyenne 250 pour réaliser un microfarad du modèle courant) n'était pas exempt d'aléas : bien souvent, une fois le travail terminé, l'appareil ne résistait pas aux essais et se trouvait mis hors de service sous une très faible tension. La méthode était longue, coûteuse et loin de répondre à une fabrication intensive.

Les choses en étaient là, lorsque Sir John Gavey imagina en 1899 de réduire les manipulations et de rendre la fabrication plus rapide en constituant les condensateurs par deux bandes de papiers alternant avec deux bandes de papier d'étain, le tout enroulé à la façon d'un rouleau. La construction devenait plus industrielle puisque le travail n'était plus qu'un travail d'enroulement que l'on pouvait confier à des machines. Malheureusement, s'il est facile d'obtenir des bandes de papier de longueur indéfinie, il ne fallait pas compter avoir des feuilles d'étain de plus de 1 à 2 mètres, on était obligé de les ajouter en les faisant chevaucher sur 1 ou 2 centimètres pour assurer le contact. Ce procédé, quoique plus rapide que le premier, nécessitait de fréquentes interruptions, aussi ne tarda-t-il pas à être perfectionné.

On remarqua d'abord que l'adhérence de l'étain au papier n'étant pas toujours parfaite, de l'air restait interposé, de plus il se produisait fréquemment des courts-circuits aux points faibles. Comme d'autre part, l'étain était toujours plus épais qu'il n'était nécessaire, on songea à le supprimer en se contentant de métalliser le papier à l'aide d'un procédé que nous allons décrire.

L'expérience a montré que le « papier étamé », commercialement utilisé pour envelopper le thé, présente une surface très suffisamment conductrice pour pouvoir en faire des condensateurs. Il ne restait plus qu'à appliquer le procédé à des bandes de papier pour obtenir, une fois enroulés, des condensateurs de capacité quelconque, la longueur de ces bandes pouvant être quelconque.

*Fabrication du papier étamé.* — On commence par dissoudre de la grenaille d'étain pur dans un mélange d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique (eau régale), puis après avoir décanté la solution de façon à laisser de côté les matières insolubles, la liqueur est étendue et l'étain en est précipité, soit par une lame de zinc, soit même par électrolyse directe. Le meilleur des deux pro-

Digitized by Google

cédés sera celui qui donnera l'étain en poudre la plus fine.

Cette poudre est ensuite lavée avec soin jusqu'à enlever toute trace d'acide, puis séchée et passée à travers un tamis qui éliminera les grumeaux ou les particules d'étain trop grosses. Elle est ensuite mise en suspension dans de la colle et prête à être utilisée.

Pour en recouvrir le papier on emploie une machine spéciale qui commence par distribuer régulièrement la pâte métallique à la surface du papier; l'émulsion étant maintenue dans un état continuel d'agitation, des brosses égalisent la couche.

Dans certaines machines, le papier passe ensuite sur des rouleaux sécheurs, de façon à évaporer le plus vite possible l'eau que retient la pâte, mais on a reconnu que c'était au détriment de l'adhésion du métal sur le papier et en somme il vaut mieux exposer le papier simplement à l'air chaud, ce qui le dessèche moins rapidement peut-être, mais plus uniformément.

Le papier une fois sec est passé entre deux lourds rouleaux d'acier qui produisent un calandrage, en même temps qu'un brunissage de l'étain. La friction sur les rouleaux comprime et étale le métal en lui donnant un bel aspect de poli.

Pendant ce passage du papier sous les rouleaux, les grumeaux ou même des cristaux d'étain peuvent avoir été incrustés dans le papier, créant ainsi un point faible, mais le traitement électrique de la bande que nous allons examiner les éliminera.

Il est intéressant de remarquer qu'avant le passage, sous les rouleaux, la bande d'étain n'est presque pas conductrice, tandis qu'après, sa conductibilité atteint 50 pour 100 de ce qu'elle serait avec le même poids d'étain en feuille. Les condensateurs, tels qu'on les obtient couramment par ce procédé, reçoivent 720 milligrammes d'étain par mètre carré et dans ces conditions on peut plier ou rouler le papier sans affecter la conductibilité; en général, on les constitue par des rouleaux obtenus sur la machine même.

Il semble à première vue que la capacité de ces condensateurs doit être proportionnelle à la surface des électrodes, mais la pratique a montré que les condensateurs à forte capacité, ainsi obtenus, réclamaient une surface moindre par microfarad que les condensateurs plats, on a trouvé aussi que les condensateurs fabriqués avec du papier étroit réclament presque la même longueur pour la même capacité que ceux faits avec du papier large. Cet effet tiendrait à ce que avec les condensateurs étroits le paraffinage, qui se fait après coup, pénètre mieux que dans les condensateurs larges.

On admet en somme que les condensateurs les plus économiques doivent se raprocher de la forme cubique.

On doit observer de plus que la résistance d'isolement du papier étamé est moindre que celle que l'on obtient en séparant deux feuilles d'étain par une feuille de papier identique à celle servant à l'étamage, en sorte que pour les condensateurs réclamant un isolement élevé voisin de 20 000 mégohms (400 volts, 20°C, 60 secondes) pour un condensateur de un microfarad on est obligé de revenir à l'ancien procédé, on met généralement alors 3 feuilles de papier entre les feuilles d'étain.

Pour les condensateurs destinés à absorber les étincelles de rupture, ceux des bobines par exemple, on peut se contenter d'un isolement relativement faible, on peut donc les constituer par du papier étamé roulé, mais on ne doit pas oublier que dans ces applications il faut insérer le moins possible de résistances dans le circuit du condensateur formé des électrodes et de ses connexions.

Pour y remédier, il suffit, au cours de la fabrication du papier étamé, d'augmenter l'épaisseur de la couche d'étain déposée.

Il nous reste à décrire le moyen employé pour faire disparaître ou pour signaler les défauts se produisant pendant la fabrication du papier étamé.

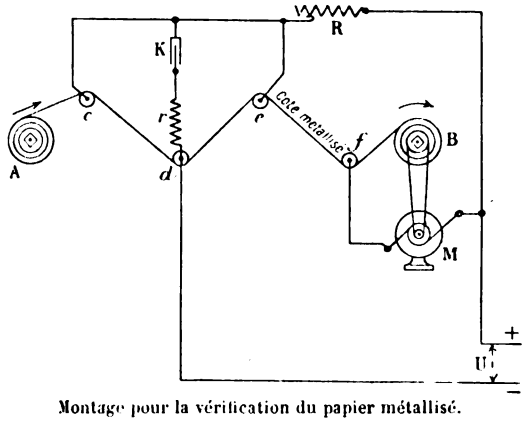
*Vérification en cours de fabrication.* — Les condensateurs au papier étamé présentent sur les autres de sérieux avantages au point de vue des effets des décharges disruptives. Tandis que dans les condensateurs ordinaires, lorsque le diélectrique est percé par une décharge, les armatures sont en court-circuit par le métal fondu et le condensateur est « crevé », avec les condensateurs en papier étamé, le court-circuit ne se maintient pas et à la façon de certains pneumatiques la crevaison se répare automatiquement. On attribue ce phénomène à l'extrême finesse de la couche d'étain qui fait qu'elle fond en une multitude de petits globules sous l'action du court-circuit, globules qui se séparent de l'armature. Il en résulte que le papier reste à nu autour du trou et que le court-circuit ne se maintient pas. Pour vérifier mécaniquement le papier étamé et déceler les défauts qu'il peut contenir, on procède de la façon suivante :

Le papier se déroule d'un rouleau A, passe sur un premier rouleau métallique *c*, en relation avec l'un des pôles d'une dynamo ou d'une canalisation électrique U à travers une résistance R de 15 à 20 ohms pour 100 volts et 150 ohms pour 200 volts. Un deuxième rouleau métallique *d* en relation avec l'autre pôle de la source reçoit la partie étamée du papier qui passe sur un 3e rouleau *e*, puis sur un 4e *f* et finalement s'enroule en B.

Le papier étant soumis entre ses deux faces à la différence de potentiel du réseau qui lui est communiquée par les rouleaux *c* et *d* sera percé s'il se présente un point faible. Un condensateur K en série avec une résistance *r* a pour effet, ainsi que l'expérience l'a montré, d'accroître considérablement la sensibilité de la méthode, surtout si la capacité est importante (20 microfarads). La résistance *r* qui est de 50 ohms est prévue pour rendre la décharge moins violente en cas de crevaison du papier. Ainsi que le montre le schéma, le déroulement du papier se fait par l'intermédiaire d'un moteur électrique M qui reçoit son courant de la canalisation U à travers la bande de papier étamé entre *d* et *f*. Il en résulte que si pour une cause quelconque la couche

Digitized by Google

d'étain présente une solution de continuité, le moteur s'arrête et le défaut est aussitôt trouvé. La pratique a montré que la plupart des défauts sautent et sont mis en évidence avec une tension de 100 volts en moyenne, en sorte qu'il est inutile d'aller au delà. Quand un grumeau ou un cristal d'étain incrusté dans le papier se présente entre les rouleaux de polarité opposée, un court-circuit se




Montage pour la vérification du papier métallisé.

produit qui fond et volatise la faible couche d'étain avoisinante, il reste un trou dans le papier, mais le métal forme un cercle à une certaine distance tout autour en sorte que l'isolement persiste.

*Dessiccation.* — Les condensateurs au papier sont généralement livrés paraffinés; le rôle de la paraffine est non seulement d'augmenter la capacité inductive et d'éviter l'effet de l'humidité sur le papier, mais aussi de maintenir rigide le condensateur tout entier.

La capacité d'un condensateur à intervalle d'air étant 1,2 par exemple devient 3,2 si on remplace l'air par la paraffine, on voit tout de suite l'intérêt qu'il y a à extraire l'air qui reste toujours entre les feuilles. Pour y arriver d'une façon complète, l'opération du paraffinage se termine dans le *vide*; on maintient ce vide tant que la paraffine n'est pas solidifiée, afin d'éviter les rentrées d'air. Il est bon de dessécher soigneusement le papier avant son immersion dans la paraffine; on le maintient pour cela plusieurs heures dans une étuve, c'est le meilleur moyen pour assurer au condensateur une certaine durée. On a proposé une foule de cires et matières diverses pour remplacer la paraffine, mais en somme rien ne vaut une paraffine de bonne qualité, il n'est pas nécessaire pour cela qu'elle soit d'un prix élevé, il suffit de lui faire subir plusieurs essais avant son emploi. Une bonne paraffine doit être avant tout *neutre* et exempte de carbures non saturés. Si elle remplit ces conditions, on doit, avant de l'employer, la faire fondre et la passer à travers un filtre en mousseline, qui retiendra les impuretés et corps solides qu'elle contient toujours et qui seraient très préjudiciables à l'isolement.

*Spécifications.* — On impose en Angleterre aux condensateurs pour lignes téléphoniques les conditions de dimensions et de poids résumées ci-dessous :

| Capacité en microfarads. | Dimensions en mm. | Poids en g. |
|---|---|---|
| 0.5 | 120 × 65 × 18 | 110 |
| 1 | 120 × 120 × 8 | 220 |
| 2 | 120 × 120 × 15 | 340 |
| 4 | 120 × 120 × 28 | 560 |
| 10 | 120 × 120 × 55 | 1500 |

Les essais de réception sont faits sous des tensions continues variant entre 300 et 400 v, l'isolement après une minute d'électrisation ne doit pas descendre au-dessous de 300 pour un condensateur d'un microfarad. Enfin, l'isolement entre une des armatures et la boîte contenant le condensateur doit être au moins de 300 mégohms.

Il resterait à examiner les condensateurs électrolytiques à lame d'aluminium et autres, mais leur emploi s'étant peu répandu, nous ne les citons que pour mémoire.

A. Soulier.

## LAMPE STEARN A ÉLÉMENTS MULTIPLES

Nous empruntons à notre confrère *Electrical Engineering* la description d'une lampe à incandescence à filament métallique constituée par des lampes élémentaires à filament unique montées en série sur un support spécial. Cette lampe vient d'être lancée sur le marché anglais par la Stearn Electric Lamp Co.

La lampe élémentaire (fig. 1) est à ampoule cylindrique

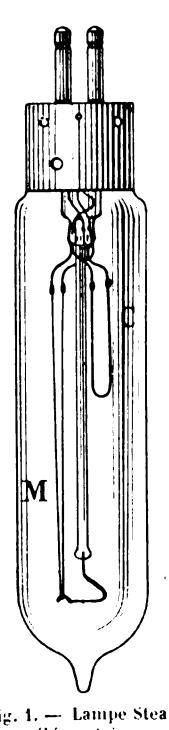



Fig. 1. — Lampe Stearn élémentaire.

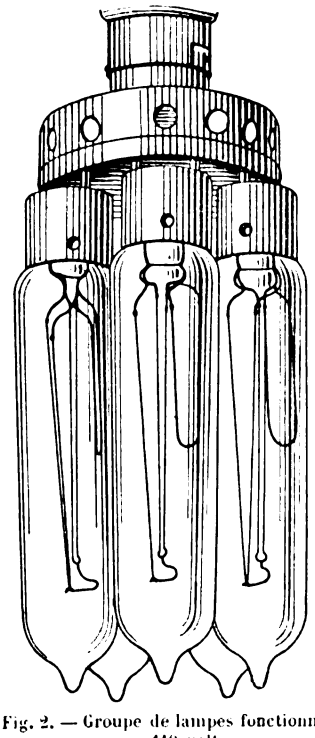


Fig. 2. — Groupe de lampes fonctionnant sous 110 volts.

de dimensions très réduites (diamètre 17 à 18 mm, longueur 65 à 70 mm); elle est montée avec culot à broches;

Digitized by Google

le filament unique est en forme de V, ancré à son extrémité à l'aide d'un crochet maintenu par une tige centrale en verre.

Dans le premier modèle de cette lampe, les éléments étaient groupés sous un support en forme de disque (fig. 2) qui portait à sa partie supérieure un culot ordinaire à l'aide duquel la lampe pouvait être substituée à une lampe à incandescence quelconque. Pour pouvoir, en cas d'extinction de la lampe, retrouver l'élément dont le filament était rompu, des trous étaient ménagés sur le pourtour du disque; en introduisant successivement dans ces trous une cheville métallique, on mettait en court-circuit la lampe élémentaire correspondante comme on peut voir sur la figure 3; la lampe élémentaire détruite était donc signalée par l'allumage du groupe à l'aide de la cheville.

Ce procédé un peu barbare a été notablement amélioré dans le modèle actuel où chaque lampe élémentaire est munie d'un filament de carbone C (fig. 1), monté en dérivation sur le filament métallique M, par l'intermédiaire d'une couche isolante. Ce petit dispositif, imaginé par

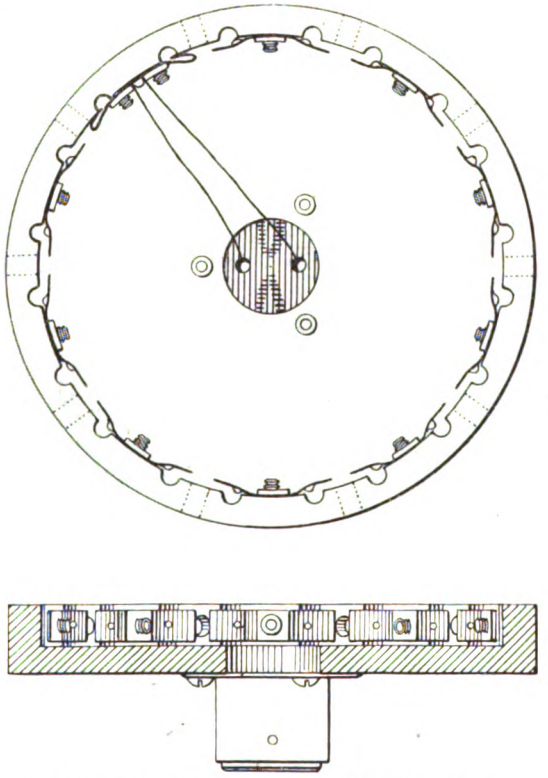


Fig. 3. — Support de lampe Stearn à éléments multiples.

MM. Handcock et Dykes, est placé dans le culot de la lampe élémentaire et consiste en deux petites pièces métalliques séparées par de la matière isolante. Cette isolation suffit en temps normal pour maintenir hors circuit le filament de carbone; mais, lorsque la rupture du filament métallique se produit, la tension entre les pièces métalliques s'élevant brusquement, l'isolant est perforé et les deux pièces sont soudées ensemble par l'étincelle qui jaillit; le filament de carbone ferme alors le circuit de la lampe qui se rallume aussitôt. Il faut, bien entendu, que la résistance à chaud du filament de carbone soit égale à celle du filament métallique pour que les conditions de fonctionnement de la lampe ne soient point altérées et que, par suite, les lampes élémentaires qui ne sont pas hors de service ne soient pas détruites à leur tour.

La lampe élémentaire est établie pour une tension de 20 à 25 volts et elle donne environ 10 bougies avec une consommation de 1,25 à 1,5 watt par bougie anglaise.

La lampe Stearn à éléments multiples que nous venons de décrire n'est pas sans présenter un certain intérêt : c'est la solution de l'emploi des lampes à filament métallique que nous avons préconisé sur les réseaux à courants continu ou alternatifs; mais cette solution, bien que plus générale, est loin de présenter les avantages de la lampe montée sur transformateur. Tout d'abord, le filament de carbone introduit une certaine complication dans la fabrication, qui augmente le prix de la lampe (cette lampe élémentaire est vendue 1,25 fr); en outre, les foyers ainsi constitués sont d'une puissance lumineuse élevée qui fait perdre le bénéfice de la division de la lumière : sur les réseaux à 100 volts la lampe comporte 5 éléments, soit 50 bougies, et 10 éléments sur les circuits à 200 volts, soit 100 bougies. Néanmoins, il faut reconnaître que cette lampe, malgré sa complexité, représente à la fois pour le consommateur et le fabricant un progrès sur la lampe à filaments multiples; les inconvénients que présente cette dernière lampe sont ainsi évités : la vie de la lampe élémentaire correspond exactement à la vie de son filament; le remplacement de cette lampe est relativement peu coûteux et il est bien probable que les remplacements successifs coûteront moins cher au consommateur, puisque les chances de rupture sont réduites dans la proportion de la réduction du nombre des filaments et que dans les lampes actuelles la vie de la lampe est celle du filament le plus défectueux du groupe.

En somme, le dispositif Stearn est un pas en avant dans l'emploi rationnel de la lampe à filament métallique du genre tungstène.

A. Bainville.

## CABLES A HAUTE TENSION ET TRANSPORT DE L'ÉNERGIE

M. R. Apt vient de faire à la Société électrotechnique allemande, une conférence sur ce sujet, que nous résumons ci-après et qui a donné lieu à une intéressante discussion.

L'électrotechnique doit de plus en plus s'occuper du transport de l'énergie à longues distances, et on doit

Digitized by Google

étudier principalement le système de ligne, soit aérienne, comme on les établit particulièrement en Amérique, soit souterraine.

Trois points sont à considérer lors du choix de la ligne : l'établissement technique, la sécurité de l'exploitation et les frais.

Dans beaucoup de cas, des interruptions prolongées de l'exploitation entraînent des dommages considérables, car beaucoup de consommateurs se retirent. La livraison régulière de l'énergie est une des premières conditions de réussite, on ne doit donc pas hésiter à faire les dépenses nécessaires pour y arriver. Les ennemis les plus grands de toute canalisation aérienne sont les orages. D'après l'expérience acquise en Amérique, on doit employer des pylônes en fer, car on diminue ainsi beaucoup le danger de la foudre. Dans l'état actuel, aucun parafoudre n'empêche sûrement une interruption de l'exploitation; même dans le cas de deux lignes parallèles, on n'en a pas moins des risques.

Il faut ajouter à cela que, dans les pays industriels très peuplés, en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, en France, etc., des règlements de police très sévères rendent parfois très difficile l'établissement d'une ligne aérienne. Il est souvent également difficile de traiter avec les propriétaires du sol. Toutes ces raisons militent en faveur d'une ligne souterraine, qui serait l'idéal dans le cas de haute tension, si des difficultés techniques n'intervenaient pas en même temps que la question d'économie.

Depuis quelques années cependant, on est arrivé à fabriquer des câbles à haute tension donnant toute sécurité d'exploitation; on a également pu en diminuer les prix, de sorte qu'actuellement on peut, dans beaucoup de cas, les employer.

La question est très intéressante, et comme il a été donné très peu de renseignements sur les câbles à haute tension, M. Apt les étudie d'une manière détaillée et donne d'abord un aperçu historique.

Dans les commencements, on a utilisé comme isolant le caoutchouc vulcanisé; mais le prix élevé de cette substance fit bientôt employer le jute imprégné, qui était déjà utilisé pour les câbles à basse tension, quoique celui-ci ait des distances explosives faibles (une couche de 1 mm ne supporte en général pas plus de 4000 à 5000 v). Déjà en 1899, on utilisa des câbles isolés par une couche de caoutchouc, recouverte d'une couche de jute pour renforcer l'isolement.

L'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* construisit plus de 400 km de ces câbles, entre autres pour les canalisations de Berlin, à 6000 v; ces câbles pour courants triphasés avaient 3 âmes en cuivre sous une enveloppe commune. Mais ces câbles étaient encore d'un prix élevé, et ce fut un progrès considérable quand on utilisa une isolation au papier, beaucoup plus économique.

Les avis sont différents sur les meilleurs isolants; chaque fabrique a sa substance imprégnante spéciale, mais en général le mode de construction est le même. Le papier imprégné employé dans les câbles à haute tension a, en moyenne, une distance explosive de 1 mm pour 20 000 v. A l'origine, on attachait beaucoup d'intérêt à la résistance d'isolement; mais dernièrement, les idées à ce sujet ont changé. On s'est aperçu que grande distance disruptive et grand isolement sont deux choses généralement incompatibles; que pour une trop grande résistance d'isolement, le câble doit être dur et fragile, particulièrement à basse température, de sorte que l'Union des électrotechniciens allemands a renoncé à imposer une résistance d'isolement.

Jusqu'ici, dans le cas de transmission d'énergie, on n'avait presque exclusivement employé que le courant triphasé, à cause de ses qualités pour les moteurs et de l'économie de cuivre. Mais actuellement, il faut tenir compte du développement des moteurs à collecteur, pour lesquels on a, avec du courant alternatif simple, parfois économie dans la ligne de transport.

En tout cas, on n'a guère utilisé jusqu'ici que des câbles à trois âmes isolées et cordées; on a renoncé aux câbles concentriques, à cause des difficultés de fabrication et de la charge non symétrique des phases. L'Union des électrotechniciens allemands interdit l'emploi de câbles concentriques pour le courant triphasé, à plus de 3000 v.

Dans le cas d'un câble à 3 âmes, disposées en triangle sous une même enveloppe, celui-ci devient lourd et rigide, si le diamètre de l'enveloppe de plomb dépasse 85 à 90 mm, de sorte que les sections des âmes doivent être faibles; ce qui, pour les raisons indiquées plus loin, n'est pas pratique.

Le refroidissement dans un câble à trois conducteurs ne se fait pas bien; il devient naturellement de plus en plus difficile, plus l'épaisseur de l'isolant croît; la densité admissible, c'est-à-dire l'utilisation d'une section donnée décroît au fur et à mesure que la tension s'élève.

M. Apt est donc d'avis qu'il ne serait pas rationnel d'utiliser un câble à 3 conducteurs pour des tensions de 20 000 à 30 000 v, dans le cas d'un long transport. Par contre, les câbles à un conducteur lui semblent être les conducteurs à employer dans l'avenir pour la haute tension.

Il donne ensuite la théorie complète de ces câbles.

O' German est le premier qui ait montré que les diverses couches isolantes sont soumises à des actions électriques dépendant de leur distance au centre.

Si $r$ est le rayon de l'âme, $R$ le rayon extérieur de l'isolant supposé homogène, $x$ la distance au centre d'une couche d'épaisseur radiale $dx$, la capacité de celle-ci est :

$$C_x = \frac{2\pi x l s}{4\pi dx} = \frac{xls}{2dx},$$

$l$ étant la longueur du câble et $s$ la constante diélectrique de l'isolant employé. La capacité totale $C$ du câble s'obtient, en admettant que sa valeur inverse est égale à la somme des valeurs inverses des couches, pour toutes les valeurs de $x$ comprises entre $r$ et $R$. On a donc

$$\frac{1}{C} = \sum_{x=r}^{x=R} \frac{1}{C_x} = \frac{2}{l_s} \int_r^R \frac{dx}{x} \qquad (1)$$

Digitized by Google

$$C = \frac{ls}{2l_n \frac{R}{r}}.$$

La tension se répartit entre les diverses couches isolantes en raison inverse de leur capacité. Si $\varepsilon$ est la tension totale, $d\varepsilon$ la tension correspondant à la couche $dx$, on a :

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{dx}{x l_n \frac{R}{r}}$$

$$\frac{d\varepsilon}{dx} = \frac{\varepsilon'}{x l_n \frac{R}{r}} = \frac{0{,}434\,\varepsilon}{x l_n \frac{R}{r}} = S_x. \qquad (2)$$

Cette valeur de $S_x$ donne donc une mesure de l'action de la tension sur la couche, à la distance $x$ du centre, $x$ variant de $r$ à $R$. $S_x$ a sa valeur maximum pour $x = r$ et sa valeur minimum pour $x = R$; sa valeur maximum est :

$$S_r = \frac{\varepsilon}{r l_n \frac{R}{r}}. \qquad (3)$$

Si $\delta$ est l'épaisseur de l'isolant, on a $R = r + \delta$ et :

$$S_r = \frac{\varepsilon}{r l_n \frac{r+\delta}{r}}.$$

L'action maximum diminue au fur et à mesure que $r$ augmente; pour un diamètre $r_1$, on a :

$$S_{r_1} = \frac{\varepsilon}{r_1 l_n \frac{r_1 + \delta_1}{r_1}}.$$

Si les actions doivent être les mêmes, on a :

$$r l_n \frac{r+\delta}{r} = r_1 l_n \frac{r_1 + \delta_1}{r_1},$$

ou bien : (4)

$$\delta_1 = r_1 \left\{ \left( \frac{r+d}{r} \right)^{\frac{r}{r_1}} - 1 \right\}.$$

Si donc l'épaisseur de l'isolant pour un diamètre de cuivre $r$ est $\delta$, on obtient pour la même tension, si l'on veut les mêmes conditions de travail pour l'isolant, l'épaisseur $\delta_1$ quand le rayon de l'âme est $r_1$ au moyen de la relation 4.

La figure 1 donne pour un type choisi de câble l'épaisseur de l'isolant en fonction de la section du cuivre, pour que celui-ci soit placé toujours dans les mêmes conditions de travail.

La figure 2 montre encore plus clairement les différences que l'on obtient pour l'épaisseur de l'isolement pour des âmes de sections données, quand la condition indiquée ci-dessus doit être réalisée; elle montre les épaisseurs d'isolant de câbles de 50 et 500 mm² quand cet isolant doit être placé dans les mêmes conditions.

On peut démontrer que, pour un rapport donné de $r$ à $R$, la valeur de $S_x$ passe par un minimum; d'où l'on

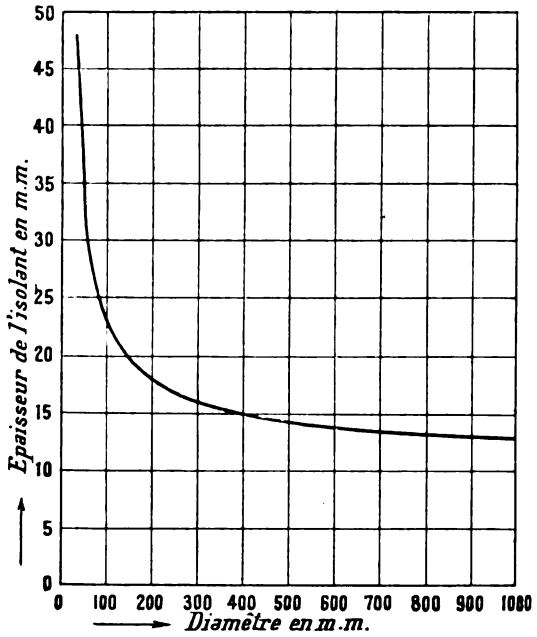



Fig. 1. — Variation des épaisseurs d'isolants en fonction du diamètre.

peut tirer des conclusions pour la fabrication rationnelle de câbles à un conducteur.

Le fait qu'avec l'augmentation de la section, l'épaisseur de la couche isolante diminue pour un même facteur

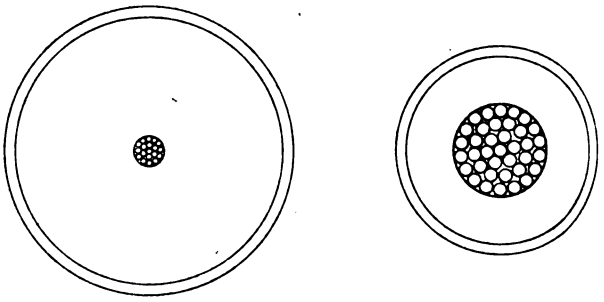


Fig. 2. — Épaisseurs relatives des isolants pour des câbles de 50 et 500 mm².

de sécurité, a pour conséquence que, pour une section donnée, le prix du câble est minimum. Il est donc inutile, tant au point de vue technique qu'économique, d'employer des câbles de section inférieure à celle qui donne le minimum de prix de revient. L'emploi d'un câble de 4 mm² de section pour 20 000 v afin d'économiser du cuivre serait un non-sens.

Les courbes de la figure 3, montrent les variations du prix par km de câbles pour différentes tensions, avec du cuivre et de l'aluminium. Ces prix dépendent naturellement de ceux des matériaux employés, mais les courbes donnent bien l'allure générale.

Les courbes en traits pleins se rapportent à des câbles avec âme en cuivre et celles en traits pointillés à des câbles avec âme en aluminium.

On voit que les minima pour l'aluminium sont plus à

Digitized by Google

gauche que ceux pour le cuivre; pour l'aluminium on a indiqué les sections équivalentes comme conductance à celles du cuivre, c'est-à-dire par exemple, que la section réelle d'aluminium est en réalité 1,7 fois plus forte que celle indiquée sur la courbe.

Les courbes montrent également que pour les prix relatifs actuels, il est plus avantageux d'utiliser des câbles en aluminium pour les hautes tensions.

On a essayé de diverses manières d'obtenir que la tension soit uniformément répartie dans l'isolant. O' Ger-

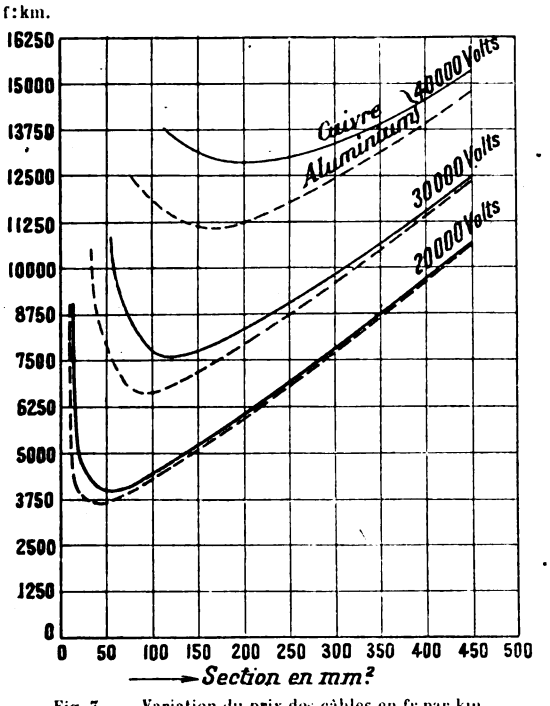



Fig. 3. — Variation du prix des câbles en fr par km pour différentes sections.

man a proposé de le former de couches concentriques, de constantes diélectriques différentes, de manière à avoir pour ces diverses couches une capacité constante, mais ce moyen est difficile à réaliser en pratique; les câbles isolés au caoutchouc et au jute en étaient en somme un type simple. Un autre moyen consisterait à séparer les diverses couches du même isolant, par des enveloppes métalliques en relation avec des capacités de valeurs voulues. Un troisième moyen serait de relier ces enveloppes métalliques en divers points de l'enroulement du transformateur, en rapport inverse de la capacité qu'elles devraient avoir.

Ces deux dernières méthodes exigeant l'interposition de couches métalliques dans l'isolant, sont impraticables avec les modes de fabrication actuels.

On doit, en outre, dans le cas d'un transport, tenir compte des pertes d'énergie dans le câble; si un câble à conducteur unique est soumis à un courant alternatif, il y a des pertes dans l'enveloppe en plomb. Field a donné, dans l'*Electrician* de 1901, une étude de ces pertes, en supposant que le câble n'a pas une armature en fer. Si l'on considère deux câbles placés parallèlement à une certaine distance l'un de l'autre, avec leurs enveloppes de plomb, reliées soit directement, soit à travers une résistance, on peut considérer cette enveloppe comme l'enroulement secondaire d'un transformateur dont l'enroulement primaire est constitué par l'âme des câbles.

Si l'on se représente l'enveloppe de plomb formée de bandes de plomb juxtaposées — ce qui, en réalité, n'est pas, mais permet de trouver une valeur maximum qui n'est jamais atteinte — et si $E$ est la f.é.m. induite dans l'enveloppe de plomb et $r_1$ la résistance ohmique de cette dernière, on a pour la perte de puissance :

$$P = \frac{E^2}{r_1}.$$

La force électro-motrice induite est :

$$E = 2\pi n . L I . 10^{-5} \text{ volts par kilomètre.} \qquad (5)$$

Relation dans laquelle $n$ est la fréquence, $L$ l'induction de l'enveloppe de plomb, $I$ l'intensité du courant dans le câble. On a à peu près :

$$L = 0{,}46 \log. \frac{b}{a} + 0{,}05 \text{ millihenrys par km.}$$

$a$ étant le diamètre extérieur de l'enveloppe de plomb et $b$ sa distance moyenne de l'axe du câble. On peut tenir compte de la perte dans l'enveloppe de plomb, en supposant que la résistance du câble a augmenté d'une certaine quantité. Si $R$ èst cette résistance fictive, $r$ la résistance réelle, on a :

$$R = r + \frac{4\pi^2 n^2 L^2}{r}. \qquad (6)$$

Cette relation montre que les pertes dépendent beaucoup de la fréquence du courant alternatif employé et de l'induction $L$; or, celle-ci dépend de l'écartement entre les câbles.

Le tableau suivant donne l'augmentation en pour 100 de la résistance ohmique de deux câbles de 150 mm² de section placés à une distance de 6 mm l'un de l'autre, ayant une couche d'isolant de 10 mm d'épaisseur et une enveloppe de plomb de 2,5 mm d'épaisseur.

| Écartement des câbles en mm. | Fréquence du courant en périodes : s. | | |
|---|---|---|---|
| | 12,5. | 25. | 50. |
| 50 | 0,1 | 0,4 | 1,8 |
| 100 | 0,8 | 3,2 | 12 |
| 150 | 1,2 | 5,0 | 20 |
| 200 | 1,7 | 6,8 | 27 |
| 250 | 2,1 | 8,2 | 33 |
| 300 | 2,5 | 9,5 | 38 |
| 400 | 3,0 | 11 | 46 |
| 500 | 3,3 | 13 | 54 |
| 700 | 4,2 | 17 | 67 |
| 1000 | 4,9 | 20 | 79 |
| 1200 | 5,5 | 22 | 87 |
| 1500 | 6,0 | 24 | 96 |
| 200 | 6,7 | 27 | 108 |

On voit donc que, dans le cas de fréquence faible et de câbles rapprochés, on peut négliger la perte dans l'enveloppe de plomb; on peut, en outre, faire remarquer que cette perte n'est pas constante comme celle dans

Digitized by Google

le fer des transformateurs, mais dépend du carré de l'intensité.

Dans le cas de câbles armés, on a non seulement les pertes par courants de Foucault et hystérésis dans l'armature en fer, mais, en outre, la chute due à la self-induction, qui peut être énorme. Les qualités magnétiques du fer peuvent être diminuées en interrompant sa continuité, par exemple, au moyen de fils de bronze, comme l'a fait l'Allgemeine. Du reste, on n'a pas à tenir compte de la perte dans l'armature, si on emploie le système anglais dit « solid system » en mettant les câbles à un conducteur dans des caniveaux en terre cuite, qui sont ensuite remplis d'une composition bitumineuse.

Les pertes dues à l'hystérésis diélectrique d'un câble sont faibles, ainsi que l'ont montré les études de Monasch (reproduites dans *L'Industrie électrique*). Il en est de même des pertes à vide dues au courant de charge, surtout si la résistance est faible, c'est-à-dire la section du câble relativement grande.

M. Apt examine ensuite le système de transport d'énergie à courant continu, système Thury, puis celui avec courant alternatif simple, avec retour éventuel par la terre dans les deux cas.

Il étudie le transport d'une puissance de 10 000 kw à une distance de 100 km avec du courant triphasé, et respectivement du courant alternatif simple à la tension de 50 000 v; il trouve que l'emploi du courant alternatif simple permettrait de réaliser une économie de 8 pour 100 pour les frais d'installation.

Les pertes dans les câbles augmentent naturellement le prix de revient du kw-h au lieu d'emploi, et cela d'autant moins que le facteur de charge est plus grand; pour un facteur de charge de 20 pour 100, les frais s'élèvent à 3 centimes environ, et pour un facteur élevé, à moins de 1 centime.

M. Apt décrit ensuite le transport d'énergie par câbles souterrains, que l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft a récemment installé en Angleterre, à Durham, avec câbles d'une longueur totale de plus de 100 km à la tension de 20 000 v.

Les câbles employés sont à trois conducteurs cordés. Chaque conducteur a une âme en cuivre de 32 mm², chacun des conducteurs est isolé au papier à la manière ordinaire, puis les trois conducteurs sont cordés; l'ensemble est muni d'une couche isolante de papier et d'une enveloppe continue en plomb. Les conditions d'essai des câbles étaient très sévères. Chaque tronçon de câble a été soumis, pendant 24 heures, à une tension triphasée de 30 000 v; la tension a ensuite été élevée à 50 000 v, pendant 15 minutes, et, finalement, on a encore essayé à 50 000 v, pendant 15 minutes, l'isolement entre chaque âme et l'enveloppe de plomb. Outre ces essais entrepris sur chaque tronçon, on en a soumis plusieurs à des essais de percussion électrique et de torsion auxquels le câble a parfaitement résisté.

Comme minimum, on exigeait qu'un morceau de câble, enroulé et déroulé 5 fois sur un cylindre d'un diamètre 15 fois plus grand que le sien, pût supporter encore pendant 2 minutes une tension de 50 000 v. Dans la plupart des cas, on a pu dépasser de beaucoup cette tension, et la majorité des morceaux essayés ont pu supporter pendant une heure une tension de 100 000 v.

Après que les câbles, d'après le « solid system », eurent été placés dans des conduites en terre cuite remplies d'asphalte, on a essayé le tout à 40 000 v pendant une demi-heure, entre les phases et entre chacune d'elles et l'enveloppe en plomb.

Le courant de la station de Carville est amené à la tension de 6000 v à deux sous-stations où la tension est élevée à 20 000 v. Le réseau à 20 000 v est en boucle, et chaque sous-station est desservie de la centrale par deux lignes différentes.

Lors de la discussion de cette intéressante communication, M. Schrottke s'est exprimé ainsi qu'il suit :

« Il y a environ quatre ans, à la suite du succès de l'installation du câble à 11 000 v entre Bozen et Meran (Tyrol autrichien), j'avais cru aussi la dernière heure des canalisations aériennes arrivée; mais, depuis, j'ai dû changer d'avis; non pas que les résultats de l'exploitation de cette ligne, en relation avec un réseau aérien de 45 km, aient été mauvais, car on n'a jusqu'ici eu aucun accident, mais à cause des frais d'installation élevés. Depuis lors, le prix des câbles n'a pas diminué, mais celui des lignes aériennes a baissé. »

M. Schrottke a calculé le prix de revient d'une canalisation aérienne (à 66 000 v), dans le cas des exemples cités par M. Apt, et arrive à une dépense d'installation environ trois fois moins forte qu'avec la canalisation souterraine en employant des pylônes en fer d'à peu près 32 m de hauteur et des portées de 200 m. M. Schrottke ajoute que les frais d'amortissement et d'entretien sont moindres avec une ligne aérienne et que les dangers, dans les cas d'orage, ne sont pas si grands que veut bien le dire M. Apt.

Il ajoute que les câbles, en cas de canalisation souterraine, sont également exposés à certains dérangements, et que les réparations y sont alors très difficiles.

D'après lui, on ne doit utiliser les lignes souterraines que sur des longueurs minima de 20 km, en les intercalant dans des lignes aériennes, par exemple, à la traversée de chemins de fer, comme l'a fait avec succès la fabrique de câbles de Florisdorf, de la maison Siemens, pour un transport à 25 000 v.

M. Apt répond qu'il n'a jamais pensé à supprimer complètement les lignes aériennes et que ce n'est que dans le cas où l'on craint énormément des interruptions de service que l'on doit employer des lignes souterraines: il cite le cas de la distribution du Transvaal où, pour avoir une sécurité absolue pour une fourniture régulière d'énergie aux mines, on a dû remplacer une canalisation aérienne par une souterraine.

F. Loppé.

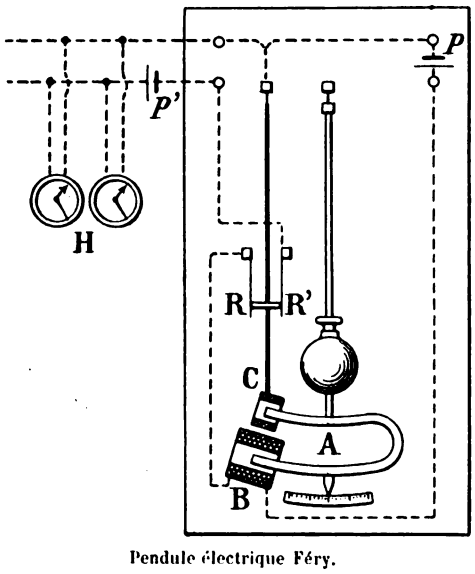
Digitized by Google

## PENDULE ÉLECTRIQUE SANS LIEN MATÉRIEL

DE M. CH. FÉRY

La mesure précise du temps est un problème qui a toujours vivement intéressé les physiciens. La grande perfection à laquelle sont arrivés les dispositifs mécaniques fait supposer que peu de progrès restent à réaliser dans cette voie, tandis qu'au contraire les solutions électriques, moins nombreuses, présentent d'autre part certains avantages.

L'une des causes les plus généralement invoquées pour expliquer les petites variations diurnes encore observées dans le pendule soustrait aux variations thermiques et barométriques, est l'inconstance du frottement de l'échappement. Le rancissement de l'huile de graissage et les variations d'état hygrométrique de l'air changent en




Pendule électrique Féry.

effet le « rendement » du rouage qui ne transmet, en gros, au pendule que 50 pour 100 du travail dû à la chûte du poids moteur.

D'un autre côté, dans la plupart des pendules électriques, les contacts directement commandés par le système oscillant, et qui ne peuvent être lubrifiés, sont le siège de grippements et de coïncements très préjudiciables à une bonne marche.

Le pendule est avant tout un organe régulateur, il faut y toucher le moins possible et ne lui demander que le minimum de travail mécanique, si on veut en obtenir le maximum de régularité.

Pour réaliser aussi complètement que possible ces conditions, M. Ch. Féry a combiné un pendule d'un principe absolument nouveau, caractérisé par le fait qu'il ne *touche aucun corps matériel pendant son oscillation*; les contacts eux-mêmes sont reportés sur un pendule auxiliaire.

L'entretien se fait par une variante du procédé employé autrefois par Cornu pour la synchronisation et que M. Féry a adopté depuis dans les divers dispositifs pendulaires qu'il a imaginés (1).

Le principe de Cornu consistait à utiliser pour l'entretien la réaction d'une bobine fixe sur un aimant droit solidaire du pendule.

Pour augmenter le flux coupé par le fil de la bobine, l'auteur se sert d'un aimant recourbé en forme de fer à cheval, et qui a en outre l'avantage, à cause de son circuit mieux fermé, d'être beaucoup plus constant et plus astatique.

La caractéristique nouvelle du dispositif consiste dans le fait que l'autre pôle de cet aimant oscille librement dans un anneau de cuivre rouge C formant la masse d'un petit pendule auxiliaire ayant la même durée d'oscillation que le pendule principal.

Il est facile de voir que dans ces conditions le pendule principal n'est soumis qu'aux faibles effets amortissants de l'air et des courants induits développés dans la masse de cuivre du pendule auxiliaire, et qui sont tous deux constants.

Un décalage de un quart de période a lieu naturellement entre les oscillations des deux balanciers. Le pendule auxiliaire peut aussi envoyer le courant d'une pile P constante (2) dans la bobine B du pendule principal par le ressort R; ou, au retour, lancer le courant d'une pile quelconque P' sur une ligne par R' pour l'enregistrement des oscillations du système au moyen des récepteurs H.

Ce pendule jouit de la propriété intéressante de se mettre en marche dès qu'on ferme ses bornes sur une pile, ce qui permet de le mettre sous une cloche à pression constante même dans un endroit peu accessible (cave à température constante).

Cet appareil figurait à la récente exposition annuelle de la Société de physique dont il constituait une des curiosités avec quelques autres appareils que nous décrirons prochainement. A. Z.

## LOCOMOTIVES MINIÈRES A ACCUMULATEURS

Les anciens systèmes ne pouvaient donner à la traction mécanique appliquée au service du transport intérieur dans les mines, toute l'extension dont elle est susceptible. La traction par câbles était, à vrai dire, assez économique, mais elle était loin d'être applicable dans tous les cas.

(1) Pendule à restitution électrique constante. *Comptes rendus*, 7 mai 1900. — Pendule électrique à échappement libre. *Comptes rendus*, 23 janvier 1905.

(2) La dépense annuelle voisine de 1 watt-heure permet d'employer pour son entretien une pile étalon au sulfate mercureux ou au chlorure d'argent.

Digitized by Google

Le système électrique avec fil de trolley qui l'a, à juste titre, remplacée presque partout, présente sur le premier système des avantages importants. Nous ne citerons que la simplicité de l'installation, même lorsqu'il y a de nombreuses courbes à faible rayon, et l'absence de pièces mobiles et encombrantes telles que les cordes et les poulies. Tous deux ont cependant un défaut commun : ils sont trop rigides et trop lourds pour suivre aussi rapidement qu'il le faudrait le travail continuel d'avancement des galeries d'extraction. C'est pourquoi, en général, ils ne desservent que les galeries principales aboutissant directement au puits. Pour amener les produits de la

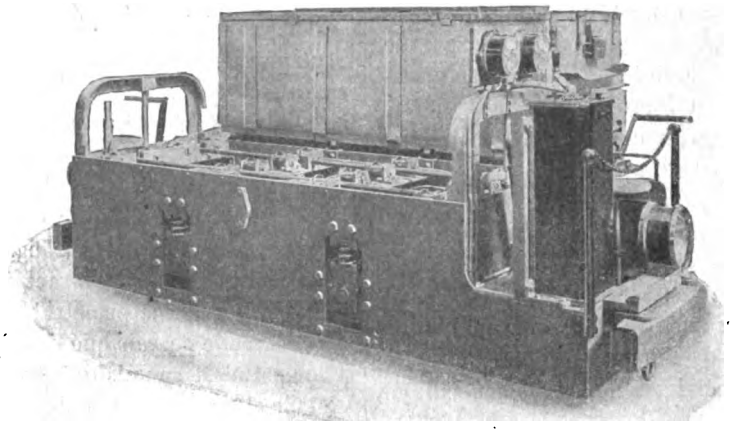


Fig. 1. — Locomotive minière à accumulateurs.

mine du front de taille des différentes couches jusqu'au carrefour de la galerie principale, on a habituellement recours encore aujourd'hui au travail si coûteux des chevaux.

La locomotive minière à accumulateurs que nous signalons ici marque un nouveau et décisif progrès sur les errements suivis jusqu'à présent Entièrement indépendante de tout fil de trolley et de ses sujétions, elle fournit, en effet, le moyen d'assurer le service du roulage depuis les galeries d'exploitation jusqu'au puits. Depuis longtemps les locomotives à accumulateurs sont appliquées avec succès dans les travaux du jour où elles sont, en général,

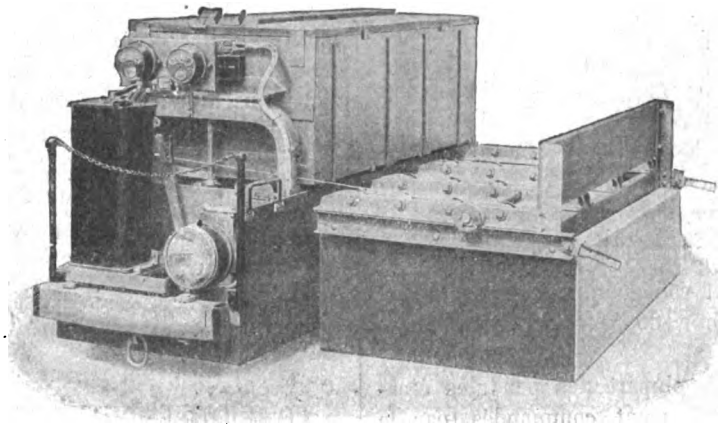


Fig. 2. — Dispositif pour le changement de batterie

destinées aux manœuvres, c'est-à-dire, à un service intermittent à forte charge et où, en ce qui concerne l'encombrement, on n'est limité que par un gabarit normal. Dans le cas du transport intérieur des matières extraites, le problème imposé est bien plus difficile à résoudre. Il s'agit d'un travail continu et il faut disposer d'un maximum de puissance dans les conditions d'espace disponible les plus défavorables qui soient. On doit forcément se fixer des limites pour les dimensions de la batterie et, de là, résulte la nécessité de recharger la batterie une ou plusieurs fois par jour suivant les circonstances. Pour n'être pas obligé de prévoir une locomotive de réserve pour chacune des locomotives en service, il faut donc pouvoir remplacer facilement la batterie épuisée par une autre fraîchement chargée à l'aide d'un dispositif approprié. De cette façon, seules, les batteries sont doublées, les châssis et l'équipement électrique ne sont fournis qu'une seule fois.

La *Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A.-G.* a étudié récemment pour les charbonnages *Vereinigte Margarethe*, en Westphalie, une locomotive à accumulateurs et une table de chargement qui répondent à toutes les exigences

Digitized by Google

de la pratique et qu'elle construit normalement depuis, pour les applications analogues. La locomotive (fig. 1 et 2) comprend un robuste châssis en forte tôle et fers profilés portant trois ou quatre séries de chacune quatre galets dont les axes de rotation sont parallèles à l'axe longitudinal de la locomotive. En outre, à l'avant et à l'arrière de la locomotive, deux poulies à gorge ou deux roues à chaîne sont clavetées sur un arbre commun et peuvent être actionnées par une manivelle qui se trouve à la portée du conducteur. Les tables de chargement sont équipées d'une manière absolument analogues.

Quand une batterie est déchargée, on amène la loco-

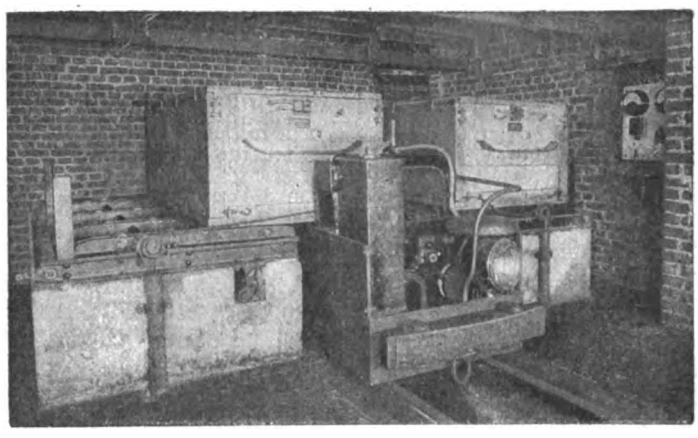


Fig. 3. — Changement de batterie.

motive devant une table de chargement libre (fig. 3 et 4), on accroche les câbles ou les chaines passant sur les poulies dont il vient d'être question, à deux crochets *ad hoc*, fixés aux parois antérieure et postérieure de la caisse contenant les accumulateurs, et deux ou trois tours de manivelle suffisent alors pour faire passer la batterie de la locomotive, sur la table de chargement. Pour prendre la batterie chargée de la table voisine, on effectue la même opération en sens inverse. Sur la locomotive la caisse de la batterie est tenue en place par deux fortes chevilles passant par des trous percés dans les ailes de cornières fixées aux parois antérieure et postérieure; de

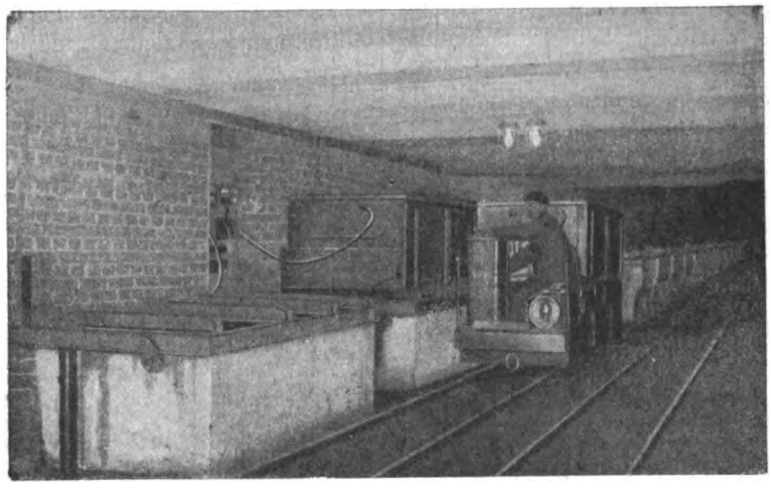


Fig. 4. — Locomotive en ordre de marche.

cette façon, tout déplacement accidentel pendant la marche est rendu impossible. Une fois la batterie en place, il ne reste plus, pour que la locomotive soit prête à partir, qu'à enfoncer dans la boite de prise de courant, la fiche de contact bipolaire qui termine le câble souple de raccordement. Toute la manœuvre du changement de batterie peut être effectuée avec la plus grande facilité, en une minute au plus, par un seul ouvrier.

Il y a lieu de remarquer encore que les batteries employées ici sont très robustes et spécialement construites par l'*Akkumulatorenfabrik A.-G.* de Berlin, pour présenter une forte capacité sous un faible volume. Elles comportent 84 éléments du type H J 100 ayant une capacité totale de 74 ampères-heures pour une décharge en une heure, et ne pèsent que 2,5 tonnes environ. Lorsqu'on le désire, ces locomotives peuvent être munies de batteries à charge rapide, mais la capacité descend alors à 60 ampères-heures. Le poids des accumulateurs peut, du reste, ne pas être inutile pour augmenter l'adhérence; on sait, en effet, qu'on est parfois amené dans ce but à

Digitized by Google

lester les locomotives à trolley au moyen de gueuses de fonte. Les locomotives à accumulateurs F. G. L. livrées au charbonnage *Vereinigte Margarethe*, construites pour une voie de 580 mm fournissent 14 kw et pèsent environ 5,5 tonnes avec la batterie. Elles sont capables de remorquer des trains de 25 à 30 wagonnets pleins, pesant en moyenne 0,92 tonne chacun, à la vitesse de 3 m:seconde (10,8 km à l'heure) sur une rampe de 3 à 4 pour 1000. La charge de la batterie permet de faire trois voyages avec trains chargés et autant, à vide, sur une longueur simple de 1 kilomètre.

La locomotive représentée sur la figure 1 porte à l'avant un archet de prise de courant, ce qui permet, en manœuvrant un commutateur, de recourir à l'alimentation directe des moteurs dans les galeries pourvues d'un fil de trolley. Dans une disposition plus récente de ces machines, le combinateur est reporté sur le côté du châssis, ce qui fait gagner de la place pour le conducteur et facilite son travail. De même, au lieu d'instruments de mesure séparés, on emploie un double instrument avec échelle éclairée intérieurement et placé à la hauteur des yeux du conducteur. Ces locomotives ont donné d'excellents résultats en service; au charbonnage *Margarethe* l'économie réalisée par leur emploi a été de 50 pour 100 environ, comparativement à la traction animale. Dans certaines circonstances, suivant le coût de l'entretien des chevaux, l'économie peut être encore plus considérable.

Les frais d'exploitation au moyen de ces locomotives peuvent être calculés très exactement *à priori*, car pour se prémunir contre l'incertitude qui existe toujours dans le prédétermination des frais d'entretien des accumulateurs, il suffit d'en laisser le soin à l'*Akkumulatorenfabrik A.-G*, qui s'en charge moyennant une redevance modérée, calculée par tonne-kilomètre.

Les locomotives minières F. G. L. à accumulateurs, quoique datant d'une année à peine, ont déjà obtenu un grand succès dans l'industrie minière. Il y en a en fonctionnement notamment à la mine Alexandra à Höhn, dans la Westerwald, à la Bau-Gesellschaft für elektrische Anlagen à Düsseldorf, aux charbonnages Werner, etc.

B.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 4 mai 1908.*

**Comparaison des dynamos à courant continu série et shunt au point de vue de la rapidité d'amorçage.** — Note de M. Paul Girault. — Considérons une machine bipolaire et soient :

$N$, $I$ et $R$, respectivement le nombre de spires, l'intensité instantanée du courant et la résistance de l'enroulement série;

$n$, $i$ et $r$, les mêmes éléments pour l'enroulement shunt;

$N'$, $I'$ et $R'$, le nombre de conducteurs actifs, l'intensité et la résistance de l'induit;

$\omega$, la vitesse angulaire en tours par seconde;

$I_1$ et $R_1$, l'intensité et la résistance du circuit extérieur;

$\Phi$ et $\mathcal{R}$, le flux inducteur instantané et la réluctance correspondante; pour simplifier, nous faisons abstraction de la dispersion;

$\psi = \frac{d\Phi}{dt}$ la rapidité d'amorçage au temps $t$.

Pour qu'une dynamo puisse s'amorcer, un flux rémanent initial $\Phi_0$ est nécessaire. Nous en tiendrons compte en supposant une force magnétomotrice initiale de rémanence $4\pi n_0 i_0$ telle que :

$$\Phi_0 = \frac{4\pi n_0 i_0}{\mathcal{R}_0}.$$

*Machine série.* — On obtient, en posant

$$\Sigma R = R + R' + R_1,$$

$$\psi_0 = \frac{d\Phi}{dt} = \Phi\left(\frac{N'}{N}\omega - \frac{\mathcal{R}\Sigma R}{4\pi N^2}\right) + \frac{\mathcal{R}_0\Phi_0}{4\pi N^2}\Sigma R.$$

Pour $t = 0$, $\Phi = \Phi_0$ et, par suite,

$$\psi_0 = \frac{N'}{N}\omega\Phi_0,$$

quantité essentiellement positive si $N'$, $N$ et $\omega$ sont positifs, c'est-à-dire si la machine est convenablement connectée pour son sens de rotation. Il en résulte qu'à toute vitesse angulaire $\omega$ correspond un amorçage; *il n'y a pas en toute rigueur de vitesse minimum d'amorçage.*

La machine terminera son amorçage pour $\psi = 0$, c'est-à-dire pour une valeur $\mathcal{R}_m$ de la réluctance donnée, par

$$\mathcal{R}_m = \mathcal{R}_0\frac{\Phi_0}{\Phi_m} + \frac{4\pi NN'}{\Sigma R}\omega,$$

$\Phi_m$ étant le flux final d'amorçage pour la vitesse angulaire $\omega$.

*A chaque valeur de $\omega$ correspond donc un flux final d'amorçage $\Phi_m$*, et, inversement, *pour obtenir un flux final d'amorçage $\Phi_m$ il faut que la machine tourne à la vitesse angulaire $\omega_m$ définie par*

$$\omega_m = \frac{\Sigma R}{4\pi NN'}\left(\mathcal{R}_m - \frac{\Phi_0\mathcal{R}_0}{\Phi_m}\right).$$

La machine s'amorce *franchement* lorsque $\omega_m$ est telle que $\Phi_m$ soit le flux correspondant à l'extrémité supérieure de la partie droite (commencement du coude) de la caractéristique magnétique :

$$\Phi_m = \Phi_c.$$

Comme pour cette valeur $\mathcal{R}_c$ est peu différent de $\mathcal{R}_0$, on peut écrire

$$\omega_c = \frac{\mathcal{R}_c\Sigma R}{4\pi NN'}\left(1 - \frac{\Phi_0}{\Phi_c}\right).$$

Enfin, si l'on néglige $\Phi_0$ devant $\Phi_c$, on retombe sur la formule bien connue de S.-P. Thompson,

$$\omega_c = \frac{\mathcal{R}_c\Sigma R}{4\pi NN'}.$$

Digitized by Google

qui donne *approximativement* la vitesse critique correspondant à l'amorçage *franc*. Pour les valeurs de ω inférieures à $\omega_c$, on n'a qu'un amorçage hésitant : la machine cherche à gravir la partie pratiquement droite de sa caractéristique magnétique, mais s'arrête en route.

*Machine shunt.* — On obtient de manière analogue :

$$\psi = \frac{d\Phi}{dt} = \Phi\left[\frac{N'}{n}\omega\frac{R_1}{R'+R} - \frac{\mathcal{R}}{4\pi n^2}\left(r + \frac{R_1R'}{R_1+R'}\right)\right] + \\ + \frac{\Phi_0\mathcal{R}_0}{4\pi n^2}\left(r + \frac{R_1R'}{R_1+R'}\right).$$

Pour $t = 0$,

$$\Phi_0 = \frac{N'}{n}\omega\frac{R_1}{R_1+R'}\Phi_0,$$

quantité positive si $N'$, $n$ et ω sont positifs; *la machine s'amorce encore pour toute vitesse.*

L'amorçage se termine pour $\psi = 0$, soit pour

$$\mathcal{R}_m = \mathcal{R}_0\frac{\Phi_0}{\Phi_m} + \frac{4\pi N' n\omega}{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}.$$

*A chaque valeur de ω correspond encore un flux final* $\Phi_m$, et, inversement, *pour obtenir un flux final* $\Phi_m$ *il faut une vitesse angulaire*

$$\omega_m = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\left(\mathcal{R}_m - \frac{\Phi_0\mathcal{R}_0}{\Phi_m}\right).$$

La machine s'amorce *franchement* pour $\Phi_m = \Phi_c$, et l'on a sensiblement

$$\omega_c = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\mathcal{R}_c\left(1 - \frac{\Phi_0}{\Phi_c}\right)$$

et, en négligeant $\Phi_0$ devant $\Phi_c$,

$$\omega_c = \frac{R' + r\left(1 + \frac{R'}{R_1}\right)}{4\pi N' n}\mathcal{R}_c,$$

c'est-à-dire la formule de S.-P. Thompson donnant la vitesse critique d'amorçage *franc*.

*Comparaison des rapidités d'amorçage.* — Attribuons les indices *s* et *d* respectivement à la machine série et à la machine shunt (dérivation), et négligeons les termes en $\Phi_0$ dont l'importance diminue très vite à mesure que l'amorçage se produit.

Si nous considérons, pour une même valeur instantanée du flux, deux dynamos série et shunt équivalentes, c'est-à-dire ayant même circuit magnétique, même puissance, même spire moyenne d'enroulement, même effet Joule dans les enroulements et même vitesse angulaire, et si nous désignons par :

α, le rapport commun aux deux machines de l'effet Joule dans l'enroulement inducteur à la puissance électrique utile;

β, le rapport de l'effet Joule dans l'induit à la puissance utile.

On trouve aisément que

$$\frac{\psi_s}{\psi_d} = \frac{\beta + (1+\alpha)^2}{\alpha(1+\alpha)} = \frac{1}{\alpha} + 1 + \frac{\beta}{\alpha(1+\alpha)},$$

valeur voisine de $\frac{1}{\alpha} + 2$ et qui montre, par conséquent, que l'*enroulement série est celui donnant de beaucoup la plus grande rapidité d'amorçage.*

Cette propriété trouve son application dans les dynamos génératrices des véhicules dits *à transmission électrique.*

**Sur le spectre d'étincelle ultra-violet du dysprosium et sur les propriétés magnétiques remarquables de cet élément.** — Note de M. G. Urbain. — Parmi les résultats curieux obtenus par M. Urbain avec ce nouvel élément et susceptibles d'intéresser nos lecteurs, citons ses propriétés magnétiques :

J'ai déterminé le coefficient d'aimantation des oxydes de dysprosium, $Dy^2O^3$, provenant des termes consécutifs d'un de mes fractionnements, au moyen de la balance magnétique de Curie et de Chéneveau.

Le sulfate de cobalt pris comme terme de comparaison a donné une déviation égale à 3,60 pour 0,1974 de sulfate. Si l'on admet pour le coefficient d'aimantation de ce sel la valeur $59{,}7 \times 10^{-6}$ donnée récemment par M. Meslin (*Ann. de Phys. et de Chim.*, 8e série, t. VII, 1906, p. 182), on trouve, pour les différents termes de ce fractionnement, des valeurs irrégulièrement comprises entre $286{,}9.10^{-6}$ et $291{,}7.10^{-6}$, c'est-à-dire des nombres qui peuvent être considérés comme constants et dont la valeur moyenne est en nombres ronds $290.10^{-6}$.

Cette valeur considérable donne au dysprosium la première place parmi les éléments paramagnétiques. Son oxyde $Dy^2O^3$ est environ 12,8 fois plus magnétique que l'oxyde de fer $Fe^3O^3$.

**Variation de la force électromotrice de chaînes liquides par polarisation de diaphragmes interposés.** — Note de M. Pierre Girard. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 11 mai 1908.*

**Télégraphie sans fil par ondes dirigées.** — Note de MM. Bellini et Tosi. — La direction des ondes est obtenue par l'emploi de conducteurs aériens formés de circuits oscillatoires fermés disposés dans des plans verticaux sans connexion avec la terre.

Dans le cas de la transmission, le rayonnement est dû au champ électrique de dispersion dont les lignes de force relient la terre à chacune des armatures constituant la capacité.

Dans le cas de la réception, ces circuits agissent par le fait de la variation, à travers la surface limitée par eux, du flux magnétique engendré par le poste transmetteur.

Digitized by Google

L'énergie rayonnée ou reçue par un desdits circuits suivant les différentes directions du plan horizontal a été mesurée à l'aide du thermogalvanomètre de Duddell.

En appelant $\alpha$ l'angle qu'une direction quelconque forme avec le plan dudit circuit, $W$ l'énergie rayonnée ou reçue et $K$ une constante, on a la relation

$$W = K \cos^2 \alpha.$$

Dans le but de pouvoir facilement transmettre ou recevoir les signaux suivant une direction quelconque, on a employé des conducteurs aériens constitués par deux de ces circuits perpendiculaires entre eux et en position fixe, fonctionnant en même temps, soit à la transmission, soit à la réception.

Pour obtenir d'une manière continue la rotation de la direction de transmission, plusieurs types d'appareils ont été imaginés; le plus pratique est constitué par deux bobines fixes, perpendiculaires l'une à l'autre, intercalées respectivement dans les circuits aériens et par une troisième bobine renfermée dans les premières. Cette dernière peut tourner autour de l'axe d'intersection des deux bobines fixes et est reliée à un condensateur et à un éclateur. En faisant varier la portion de la bobine mobile, on fait varier en même temps l'excitation des deux circuits aériens, les intensités et les phases des courants oscillatoires qui les parcourent, le champ électromagnétique émis par chaque circuit aérien et par conséquent la direction du champ résultant.

Pour la réception, on a employé un appareil analogue au précédent dont la bobine mobile, au lieu d'être reliée à l'éclateur, est convenablement reliée au révélateur d'ondes. Dans ce cas, chaque circuit aérien utilise la composante perpendiculaire à son plan du champ magnétique engendré par le poste transmetteur. Le champ magnétique dans l'espace renfermé entre les bobines fixes, étant le champ résultant des champs partiels engendrés par chacune d'elles, aura une intensité maximum constante et une direction coïncidant avec celle du poste transmetteur. Par conséquent, l'intensité de réception sera maximum quand la bobine mobile sera disposée de manière à être traversée par le flux magnétique maximum; elle sera nulle dans la position perpendiculaire et variera sinusoïdalement suivant les autres positions.

Le dispositif décrit, comprenant deux *circuits oscillants fermés* aériens et perpendiculaires entre eux et les appareils rotatifs de transmission et de réception, a permis de transmettre et de recevoir, suivant une direction déterminée, sans gêner les stations étrangères et sans être gêné par elles.

Le poste transmetteur a été installé à Dieppe, et deux postes récepteurs ont été construits, l'un au Havre et l'autre à Barfleur. Les signaux ont pu être transmis de Dieppe, soit au Havre, soit à Barfleur, sans que ceux destinés à un des postes aient pu être saisis par l'autre. L'angle Le Havre-Dieppe-Barfleur est de 23°. On a pu établir avec une grande exactitude la direction de plusieurs postes situés sur la côte anglaise, et, par la méthode d'intersection, en faisant des observations simultanément dans les deux postes récepteurs, il a été possible de déterminer la position de ces mêmes postes.

**Sur la dispersion électrique de l'eau.** — Note de M. Beaulard. (Voy. les *Comptes rendus*.)

**Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme.** — Note de M. Zimmern et S. Turchini (*Extrait*). — Au mois d'octobre 1907, MM. Bergonié, A. Broca et Ferrié ont fait part à l'Académie des résultats négatifs auxquels les avaient conduits leurs recherches sur les variations de la tension artérielle, chez l'homme et l'animal, avec un générateur de haute fréquence extrêmement puissant. Ces auteurs s'étant limités à l'expérimentation avec le dispositif d'autoconduction, nous avons voulu, à leur suite, nous assurer que leurs conclusions pouvaient être valablement étendues aux dispositifs : lit condensateur et application directe.

Nous avons opéré à cet effet chez le chien et chez l'homme....

Quand on soumet un chien normal aux courants de haute fréquence appliqués directement ou sous forme de lit condensateur, on note toujours, quand l'intensité est suffisante (500 milliampères environ), une élévation de la température rectale de l'animal qui, au bout de 20 minutes, peut atteindre $\frac{3}{10}$ à $\frac{4}{10}$ de degré. Après le passage du courant, la température reste stationnaire, ou décroît légèrement, comme cela se produit chez tous les animaux immobilisés sur une table d'opération. La cause de cette élévation de température est indiscutablement l'effet Joule du courant électrique, effet Joule très considérable, en raison des hautes intensités que permettent de débiter ces courants.

Fait remarquable : chez le chien, on voit, peu après le commencement de l'application, la fréquence des mouvements respiratoires passer rapidement de 10 respirations à la minute à 24, 30, 50. Il semble que le chien tend à lutter contre l'apport de chaleur par son moyen de régulation habituel : la polypnée.

L'homme se comporte vis-à-vis des courants de haute fréquence sensiblement de la même manière. En effet, ainsi que l'a montré M. Wertheim-Salomonson, et ainsi que nous l'avons pu vérifier, la température rectale s'élève de $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de degré pendant le passage du courant (intensité efficace aux environs de 500 milliampères). De plus, les modifications habituelles du pouls volumétrique indiquent que l'organisme met en jeu son moyen de défense usuel contre les élévations de température modérées : la vaso-dilatation périphérique. Jamais on n'obtient la sudation, réaction de défense de l'organisme contre les accroissements de température supérieure à ceux que permet d'atteindre l'effet Joule des courants de haute fréquence aux intensités tolérables pour l'homme....

Ces expériences, faites simultanément sur l'animal et l'homme, nous permettent de poser les conclusions suivantes :

1° L'animal et l'homme réagissent contre l'effet Joule des courants de haute fréquence de la même manière que contre tout apport de chaleur rapide. Le chien tend à se défendre par polypnée, l'homme par vaso-dilatation périphérique.

Digitized by Google

2° Quand le système nerveux est impuissant à mettre en jeu ses moyens de régulation habituels, il est probable que la défense contre l'apport de chaleur se fait par une diminution de l'intensité de la thermogenèse.

3° Au point de vue pratique, la haute fréquence, par l'effet Joule qu'elle développe, constitue un procédé particulier de thermothérapie, moins brutal que les moyens de thermothérapie externes en usage (bains chauds; bains de lumière, de soleil, etc.) et en différant surtout en ce qu'elle n'occasionne aucune dépense sensible pour l'organisme.

Secondairement, la mise en jeu du moyen de régulation « vaso-dilatation périphérique » paraît en indiquer l'emploi dans quelques troubles circulatoires : spasmes vasculaires périphériques, congestions viscérales; la cryesthésie des brightiques et des artério-scléreux, etc.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E.p. E.s.e.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROSELET, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

8676/358 549. — **Société de matériel téléphonique G. Aboilard et Cie.** — *Organes et circuits pour les intercommunications téléphoniques* (27 mars 1907).

8701/376 155. — **Société des Télégraphes « multiplex » (système E. Mercadier).** — *Relais transformeur monotéléphonique à plaque circulaire* (28 décembre 1907)

385 707. — **Bourdil.** — *Produit pour le remplissage des accumulateurs* (26 mars 1907).

385 770. — **Gaiffe.** — *Dispositif automatique pour assurer l'établissement du champ dans les dynamos ou moteurs shunt au moment de la mise en marche* (28 mars 1907).

385 827. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux moteurs à courant alternatif* (31 décembre 1907).

385 855. — **Société nouvelle de l'accumulateur Fulmen.** — *Fermeture étanche et démontable pour bacs d'accumulateurs* (31 décembre 1907).

8684/355 687. — **Société dite : Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.** — *Moteur à courant alternatif simple* (24 décembre 1907).

385 735. — **Firme W. C. Heraeus.** — *Dispositif de contact pour instruments de mesure sensibles* (15 décembre 1907).

385 750. — **Saldana.** — *Interrupteur électrique automatique* (30 décembre 1907).

385 800. — **Givaudan.** — *Coupe-circuit multiple pour l'éclairage et la force motrice* (19 décembre 1907).

385 828. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux cuves étanches pour transformateurs et autres appareils* (31 décembre 1907).

385 829. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux interrupteurs à huile* (31 décembre 1907).

8680/378 152. — **Société française des procédés J.-L. Routin pour le compoundage électro-mécanique des groupes électrogènes.** — *Régulateur automatique* (10 décembre 1907).

8692/369 811. — **Verneuil.** — *Compteur d'énergie électrique* (26 décembre 1907).

8720/372 617. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux parafoudres* (31 décembre 1907).

385 647. — **Ebner.** — *Mode de connexion pour l'allumage des allumeurs électriques de toutes sortes* (27 décembre 1907).

385 660. — **Hiorth.** — *Four électrique d'induction* (28 décembre 1907).

385 870. — **Fessenden.** — *Méthode et appareils perfectionnés pour produire des oscillations électriques à haute fréquence* (31 décembre 1907).

385 875. — **Eisenstein.** — *Dispositif pour produire des oscillations électriques non amorties* (31 décembre 1907).

385 877. — **Eisenstein.** — *Procédé pour accentuer les oscillations produites dans un circuit de Duddel* (31 décembre 1907).

385 658. — **Bailly.** — *Lanterne électrique* (28 décembre 1907).

385 859. — **De Matteis.** — *Dispositif d'alimentation du courant pour chemins de fer électriques* (31 décembre 1907).

385 769. — **Du Thil.** — *Système de traction gazéo-électrique sur routes ou voies ferrés* (7 novembre 1907).

385 897. — **Fessenden.** — *Perfectionnement dans la transmission des signaux par ondes électromagnétiques* (2 janvier 1908).

385 962. — **Eisenstein** — *Télégraphie multiple et par postes accordés synchrones au moyen d'oscillations non amorties* (6 janvier 1908).

386 008. — **Kitsee.** — *Télégraphie par câble* (7 janvier 1908).

386 072. — **Semat.** — *Système de transmission et de reproduction à distance par voie électrique au moyen de charbon de cornue, du graphite ou tous autres agglomérés similaires avec l'appareil téléautocopiste isosynchrone* (9 janvier 1908).

386 297. — **Société Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Système à signaux dont le récepteur renferme une armature rotative autour de son axe longitudinal dans les champs magnétiques de deux électro-aimants et occupant à l'état de repos une position indubitablement déterminée par la plus basse position du centre de gravité* (17 janvier 1908).

385 924. — **Société alsacienne de constructions mécaniques à Belfort.** — *Perfectionnements aux machines dynamo-électriques à courant alternatif* (4 janvier 1908).

385 976. — **Tate.** — *Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs* (6 janvier 1908).

385 977. — **Tate.** — *Plaque d'accumulateur* (6 janvier 1908).

386 001. — **Edison.** — *Électrolytes pour accumulateurs à électrolyte alcalin* (7 janvier 1908).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

**Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité (Électricité de Limoges).** — Nous donnons le bilan au 31 décembre 1907 de cette Compagnie, approuvé suivant délibération de l'assemblée générale du 28 avril 1908.

Digitized by Google

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Apports suivant statuts | 500 000,00 fr. |
| Premier établissement : | |
| Années antérieures | 6 195 627,14 |
| Année 1907 | 555 690,65 |
| Compteurs | 91 560,00 |
| Mobilier | 8 462,65 |
| Marchandises en magasin | 96 967,56 |
| Débiteurs divers : | |
| Abonnés : | |
| Limoges | 205 517,55 |
| Lubersac | 772,50 |
| Brive | 12 000,00 |
| Entretien d'installations | 8 078,95 |
| Loyers d'avance | 15 000,00 |
| Cautionnement Limoges | 5 000,00 |
| Caisses et banques : | |
| Caisse Paris | 15 100,60 |
| Caisse Limoges | 10 255,15 |
| Crédit mobilier français | 28 429,10 |
| Crédit lyonnais | 1 158,05 |
| Société générale | 5 511,05 |
| Primes de remboursement sur obligations | 1 691 157,15 |
| Impôt sur titres | 14 480,46 |
| Total | 9 258 508,15 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital (28500 actions de 100 fr) | 2 850 000,00 fr. |
| Obligations 4 p. 100 de 500 fr | 1 456 500,00 |
| Obligations 5 p. 100 de 500 fr | 5 906 500,00 |
| Réserves : | |
| Légale | 58 555,52 |
| Pour amortissement d'obligations | 65 850,80 |
| Provision pour amortissement de matériel | 224 974,57 |
| Fonds d'amortissement du capital-actions | 11 000,00 |
| Créditeurs divers : | |
| A termes échelonnés | 161 455,55 |
| Avances sur canalisations | 10 462,45 |
| Obligations à rembourser | 7 500,00 |
| Coupons arriérés | 20 751,28 |
| Caisse de prévoyance du personnel | 7 000,00 |
| Comptes d'ordre | 12 592,72 |
| Profits et pertes : | |
| Bénéfices reportés | 154 155,75 |
| Bénéfices de l'exercice 1907 | 351 075,91 |
| Total | 9 258 508,15 fr. |

**Compagnie des eaux et d'électricité de l'Indo-Chine.** — Constituée le 24 mars 1900.

Société anonyme française.

Siège : A Paris, rue de Londres, 58.

Objet : L'étude, l'obtention ou l'achat de toutes concessions ou contrats pour l'installation et l'exploitation de tous services de distribution d'eau potable, d'éclairage électrique ou transport de force, la traction et en général la production et l'utilisation de l'électricité dans tous ses emplois, dans les villes principales des colonies françaises et pays soumis au protectorat français et même dans les villes étrangères.

L'achat et l'exploitation de toutes usines, concessions et contrats, pour le service des eaux et d'électricité déjà installés ou à installer en Indo-Chine, notamment à Saïgon, Cholon et Pnom-Penh, l'achat et le recouvrement de toutes annuités et redevances qui pourraient être dues à raison de ces services, concessions ou contrats,

La construction, l'installation et l'exploitation de tous services d'eaux, d'électricité ou transports de force, dont la concession serait obtenue ou achetée.

Durée : 26 ans à compter du 2 avril 1900.

Capital : 2500000 fr divisés en 5000 actions de 500 fr chacune entièrement libérées.

Apport : Il n'y a pas eu d'apports ni d'avantages attribués aux fondateurs.

Partage des bénéfices : Sur les bénéfices, il est prélevé : 1° la réserve légale ; 2° 5 pour 100 à titre de premier dividende sur le capital des actions non encore amorti ; 3° somme à fixer par l'assemblée et ne devant pas être moindre de 45000 fr par an, pour fonds de prévoyance ou d'amortissement jusqu'à ce que celui-ci ait obtenu au moins 400000 fr.

Excédent réparti : 10 pour 100 au conseil d'administration, 90 pour 100 aux actionnaires.

Assemblée générale : L'assemblée générale ordinaire des actionnaires a lieu chaque année dans le courant du second semestre.

L'assemblée peut, en outre, être convoquée extraordinairement, soit par le conseil d'administration soit en cas d'urgence par le ou les commissaires.

Les convocations aux assemblées générales sont faites au moyen d'un avis inséré dans un journal d'annonces légales à Paris. Toutefois, en cas d'augmentation de capital, les assemblées qui auraient à statuer sur la vérification de la sincérité de la déclaration de souscription et de versement ou l'approbation des apports en nature pourront être convoquées à cinq jours francs d'intervalle.

Ces assemblées ont lieu au siège social ou dans tout autre endroit déterminé par le conseil d'administration.

Emission d'actions : il est émis 2000 actions nouvelles de 500 fr chacune libérées du quart pour la prime.

Prix d'émission : 650 fr.

Emission d'obligations : L'assemblée générale a autorisé en tant que de besoin le conseil d'administration à créer 2000 obligations de 500 fr chacune, aux conditions et au moment qui lui sembleront les plus favorables.

Il a déjà été émis antérieurement 6000 obligations de 500 fr remboursables en 20 années à partir de 1902, au tirage au sort, suivant un tableau d'amortissement combiné de telle sorte que la dette soit répartie en annuités à peu près égales. — Intérêts de ces obligations 4 1/2 pour 100 par an.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| En caisse | | 2 654,28 fr. |
| Valeurs en banque et en portefeuille | | 401 427,12 |
| Mensualités échues | | 159 855,29 |
| Débiteurs divers | | 581 179,81 |
| Approvisionnements, matériel, outillage en magasin suivant inventaire | | 240 408,41 |
| En cours de route | | 16 652,55 |
| Travaux d'extension de l'usine de Pnom-Penh | | 121 344,00 |
| Usines | | 4 800 000,00 |
| Primes de remboursement : | | |
| Sur obligations émises | 504 000 | |
| Sur obligations amorties | 97 692 | 406 308,00 |
| Total de l'actif | | 6 529 767,65 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital actions | | 2 500 000,00 fr. |
| 6000 obligations émises | 5 000 000 | |
| 1165 obligations amorties | 581 500 | 2 418 500,00 |
| Réserves : | | |
| Légale | | 92 358,51 |
| De prévoyance et d'amortissement des actions | | 565 000,00 |
| En prévision de l'augmentation de l'usine de Pnom-Penh | | 85 620,00 |
| Pour fluctuations des valeurs en portefeuille | | 5 825,65 |
| Créditeurs divers | | 40 999,61 |
| Coupons et obligations non réclamées | | 20 555,06 |
| Provisions pour intérêts des obligations payables le 1er octobre 1907 | | 27 208,15 |
| Provisions pour amortissement de 119 obligations remboursables le 1er octobre 1907 | | 69 496,00 |
| Amortissement des usines | | 581 500,00 |
| Profits et pertes : | | |
| Reliquat de l'exercice 1905-1906 | | 153,90 |
| Bénéfices de l'exercice 1906-1907 | | 322 552,77 |
| Total du passif | | 6 529 767,65 fr. |

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

61 941. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année — N 396. 25 Juin 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23. ET 704-44 |


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Documents officiels. — Congrès international des Applications de l'Électricité à Marseille. — Contrôle des installations électriques. — Les progrès dans la protection des lignes aériennes contre la foudre. — Procédé électrique permettant de déterminer la température de la trempe de l'acier. — Fabrication électrique de l'acier. — Les chemins de fer suédois. . . . . 265

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Marseille, Saint-Étienne. — *Étranger* : Amsterdam, Manresa. . . . . 268

CORRESPONDANCE. — Sur la terminologie des courants alternatifs. **R.-V. Picou**. . . . . 268

TURBINES A VAPEUR ET MACHINES A PISTON. **A. Ceytre**. . . . . 269

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE FABRICATION DES FILAMENTS MÉTALLURGIQUES. **A. Bainville**. . . . . 274

EXPOSITION INTERNATIONALE DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — Programme du Congrès. . . . . 275

ÉTUDE DE LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. **F. L.** . . . . 278

DIPLEX RÉALISABLE AU MOYEN DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES ORDINAIRES. **Henry**. . . . . 280

ÉLECTRODES POUR LAMPES A ARC. **A. S.** . . . . . 281

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 18 mai 1908* : Sur le profil des masses polaires, par **Paul Girault**. — Sur la recombinaison des ions dans les diélectriques, par **P. Langevin**. — Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques, par **C. Limb**. . . . 282

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 3 juin 1908* : La réaction d'induit. — Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'œil. . . . . 284

BREVETS D'INVENTION. . . . . 285

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Informations* : Société des forces motrices de la Vis. — *Assemblées générales* : Ateliers de constructions électriques de Charleroi. . . . 285


## INFORMATIONS

**Documents officiels.** — Le *Journal officiel* du 20 mai 1908 publie un *Décret établissant le cahier des charges type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par une commune ou un Syndicat de communes.* Ce document est trop volumineux pour être reproduit in extenso dans nos colonnes, mais nous nous chargerons de le procurer à ceux de nos lecteurs que la question intéresse et qui voudraient bien nous le demander.

**Congrès international des Applications de l'Électricité à Marseille.** — *L'Industrie Électrique* a déjà parlé du Congrès des Applications organisé à Marseille, à l'occasion de l'Exposition qui se tient actuellement dans cette ville. Il convient de rappeler un peu plus longuement aujourd'hui ce que sera ce Congrès.

Tous les Congrès précédents, même celui de Saint-Louis, en 1904, ont fait une large part à la théorie et aux questions intéressant plus spécialement les constructeurs. Faire un Congrès où les questions d'application que les exploitants ont à résoudre chaque jour seraient mises au premier plan, peut sembler, tout d'abord, limiter d'une façon fâcheuse le champ d'activité d'une telle réunion, et cependant, quand on examine de plus près, on voit combien les commissaires généraux de l'Exposition, MM. Cordier et Dubs, ont eu raison de donner ce titre : Congrès des Applications de l'Électricité.

En effet, Marseille se trouve dans une région où l'énergie électrique n'avait trouvé jusqu'ici que peu d'applications, lorsque le groupement des différentes Sociétés locales en deux grandes Compagnies changea la face des choses. Tard venue à l'emploi de l'électricité, cette région renferme actuellement une série d'usines, dont quelques-unes peuvent être considérées comme des modèles du genre. En même temps que se multipliaient les applications, les difficultés surgissaient à l'infini, et bon nombre de questions que le Congrès aura à étudier ont été soulevées à cette occasion.

Les applications de l'électricité sont aujourd'hui si diverses qu'il semble même que le programme soit encore trop vaste, et, évidemment, beaucoup de sujets très intéressants ne pourront être traités; mais, malgré cela, les questions discutées embrassent un champ assez large pour que tous ceux qui, de près ou de loin, touchent à l'électricité, y trouvent un grand intérêt.

Le programme des rapports préliminaires, que les lecteurs de *L'Industrie Électrique* trouveront détaillé dans ce numéro, montre l'importance des sujets qui seront traités, et les noms des rapporteurs sont une garantie de la valeur des idées émises. Ces rapports, qui seront réunis en volume et distribués à tous les membres du Congrès, représenteront à eux



Digitized by Google

seuls une valeur supérieure au droit d'inscription, et il est probable que les discussions en séance, qui seront également publiées et distribuées, auront un intérêt non moins grand.

Pour les adhérents qui assisteront au Congrès, l'intérêt sera augmenté par la présence aux discussions et par les diverses séances spéciales et visites aux grandes usines de la région qui seront organisées à cette occasion. Parmi ces visites, celle de la Brillanne-Villeneuve intéressera vivement toutes les personnes qui s'occupent de distribution d'électricité, car on sait que c'est actuellement l'usine de France qui emploie la plus haute tension en alternatif; cette visite se fera le dimanche 13 septembre. Le poste de transformation d'Allauch, les usines de la Compagnie des tramways, de la Compagnie du gaz et de l'électricité, et de la Compagnie d'électricité de Marseille seront également au programme.

Appelons l'attention sur ce fait que les rapports préliminaires seront composés à l'avance et que des épreuves pourront être distribuées sur place ou envoyées sur demande aux personnes désirant prendre part, verbalement ou par écrit, aux discussions. Comme les épreuves seront tirées en petit nombre, cette distribution sera limitée aux personnes désirant présenter des observations et aux rapports visés; les demandes d'épreuves devront être adressées au Secrétariat général, 65, boulevard Haussmann, à Paris.

**Contrôle des installations électriques.** — Sont chargés du contrôle des installations électriques :

Aisne. — Ingénieurs : MM. Bertrand, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Laon (arrondissements de Laon et de Vervins); Riboud, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Soissons (arrondissement de Soissons et de Château-Thierry); Ott, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Saint-Quentin (arrondissement de Saint-Quentin). — Agents du contrôle : MM. Salomon, conducteur des ponts et chaussées à Laon; Hutin, conducteur des ponts et chaussées à Soissons; Liban, conducteur des ponts et chaussées à Saint-Quentin.

Allier. — Ingénieur : M. Izard, inspecteur des télégraphes à Clermont-Ferrand. — Agents du contrôle : MM. Auclair, conducteur des ponts et chaussées à Souvigny; Chaunier, conducteur des ponts et chaussées à Chantelle; Girardot, conducteur des ponts et chaussées à Marcillat.

Haute-Loire. — Ingénieur : M. Varvier, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées au Puy. — Agent du contrôle : M. Romieu, conducteur des ponts et chaussées au Puy.

Mayenne. — Ingénieur : M. Castaing, ingénieur des ponts et chaussées à Laval. — Agents du contrôle : MM. Decré, conducteur des ponts et chaussées à Cossé-le-Vivien; Lecoq, conducteur des ponts et chaussées à Landivy.

Manche. — Ingénieurs : MM. de Rouville, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Cherbourg (arrondissement du Nord); Cordier, ingénieur auxiliaire des ponts et chaussées à Saint-Lô (arrondissement du Centre); Lecocq, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Granville (arrondissement du Sud). — Agents du contrôle : MM. Lemagnen, conducteur des ponts et chaussées à Cherbourg; Lamy, conducteur des ponts et chaussées à Saint-Lô; Fleury, conducteur des ponts et chaussées à Avranches.

Meurthe-et-Moselle. — Ingénieurs : Canalisations intérieures et extérieures du réseau des tramways de Nancy : M. Dubois, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Nancy; canalisations autres que celles ci-dessus visées : M. Vaudeville, ingénieur ordinaire des mines à Nancy. — Agent du contrôle : M. Leroyer, diplômé de l'institut électrotechnique de Nancy, chargé du contrôle municipal de la ville de Nancy.

Tarn-et-Garonne. — Ingénieur : M. Baboulet, ingénieur des postes et des télégraphes à Toulouse. — Agent du contrôle : M. N...

Vosges. — Ingénieur : M. Vaudeville, ingénieur ordinaire des mines à Nancy. — Agent du contrôle : M. Leroyer, diplômé de l'Institut électrotechnique de Nancy, attaché au contrôle des distribntions municipales de cette ville.

**Les progrès dans la protection des lignes aériennes contre la foudre.** — Tout récemment, deux communications sur cette importante question ont été faites devant l'*American Institute of Electrical Engineers* (*Electrical World* du 23 mai 1908); l'une, de M. Vaughan, résumait les résultats obtenus sur la ligne à 50 000 volts, de Taylors Falls; l'autre, de M. Neall, était relative à la protection d'une ligne à 11 000 volts, de la Cumberland Mills, près de Portland (Maine).

Les observations suivies faites sur le réseau de Taylor Falls ont montré que les plus fréquentes interruptions se sont produites à la suite de ruptures de l'isolement en certains points de la ligne provoquées par des charges statiques provenant d'orages locaux.

Les charges induites sur ces lignes, forcément très bien isolées à cause des hautes tensions qu'elles doivent supporter, sont souvent considérables, en sorte que les décharges qui en résultent le long des isolateurs tendent plutôt à faire éclater ces derniers qu'à les percer. Les effets de ces décharges se font sentir un peu partout, mais de préférence sur les points culminants de la ligne.

Pour diminuer ces interruptions, on a eu recours à la protection par un fil de terre tendu au-dessus des lignes, et les exploitants assurent qu'ils ont obtenu ainsi d'excellents résultats. Nous avons signalé, du reste, il y a quelque temps (*L'Industrie électrique* du 10 février 1908), l'emploi de fils analogues sur une importante ligne de transmission au Mexique et leur effet préventif contre les coups de foudre. M. Vaughan recommande, en outre, de mettre ce fil à la terre à chaque poteau, ce qui est facile, en général.

Les parafoudres à intervalles multiples shuntés partiellement par une résistance sont excellents pour les perturbations ordinaires dont tous les réseaux sont le siège, mais on a remarqué que les limiteurs de tension à lames d'aluminium, de création toute récente, sont encore plus efficaces et aussi bien plus sensibles; il paraît qu'ils rendent de grands services en Amérique pour la protection des stations et sous-stations.

Les parafoudres à cornes continuent à être employés, mais on ne compte sur eux que pour écouler vers le sol les décharges violentes; vu la difficulté de leur réglage et leur peu de sensibilité, ils ne sont prévus que pour fonctionner sous une tension largement supérieure à la tension normale.

A son tour, M. Neall recommande l'emploi des fils de terre tendus au-dessus des lignes, qui ont donné également de bons résultats sur le réseau de la *Presumpscot Electric C°*, il conseille de tendre deux ou plusieurs fils de terre parallèles et de les relier au sol à chaque poteau et, en général, à tous les points d'appui. Des baguettes métalliques placées sur chaque poteau perpendiculairement aux fils de terre et reliées à ces derniers augmenteraient également la protection.

La pratique a montré que, sur un réseau ainsi organisé, les parafoudres des stations fonctionnaient plus rarement et qu'en tous cas les interruptions dues aux surtensions étaient bien moins fréquentes. Il nous a paru intéressant de signaler ici les résultats de nos confrères américains. A. S.

**Procédé électrique permettant de déterminer la température de la trempe de l'acier.** — En se basant sur le fait bien connu qu'au point critique la perméabilité magnétique de l'acier se modifie, M. W. Taylor et E. J. Mudfort, ont imaginé une sorte de balance d'induction magnétique pour déterminer la température de la trempe.

L'appareil d'essai (*Revue Industrielle* du 23 mai 1908) se compose d'une série de trois bobines de fil de forme plate,

Digitized by Google

placées parallèlement sur un axe commun et également espacées; la bobine centrale est placée sur le circuit d'un récepteur téléphonique, tandis que les deux autres sont alimentées par du courant alternatif et reliées de telle sorte qu'en temps ordinaire aucun son ne soit produit dans le téléphone. Dans ces conditions, si on interpose un morceau d'acier entre la bobine centrale et l'une des deux autres, on entend un son dans le téléphone. Mais si cet acier est chauffé à la température critique et devient non magnétique, le téléphone redevient silencieux brusquement; c'est ce moment que l'on choisit pour refroidir et tremper la pièce d'acier.

Ce procédé fut appliqué à des aciers ayant des teneurs en carbone variant de 0,7 à 1,35 pour 100; ces aciers peuvent être trempés ainsi à des températures qu'un ouvrier même très habile, jugeant par les yeux seulement, eût été incapable d'observer exactement; l'examen du grain fin de ces aciers trempés démontrait ensuite que la température critique avait été obtenue rigoureusement. Dans chaque cas, si on laissait refroidir l'acier jusqu'à ce que le téléphone se remette à vibrer, la trempe n'était pas bonne, bien qu'à l'œil la baisse de température soit à peine visible.

Ces expériences furent suivies pratiquement pendant plusieurs mois dans un atelier de trempe en adaptant une balance d'induction magnétique à un petit four à moufle, et pendant tout ce temps, aucune des pièces trempées, d'après les indications de l'appareil, ne présenta le plus petit défaut, gauchissement ou fentes, et la qualité de la trempe fut toujours excellente. On a pu d'autre part remplacer la balance par le dispositif suivant : un aimant permanent en acier trempé, ayant la forme d'un fer à cheval, porte des pièces polaires en fer doux qui s'étendent autour du four, de telle sorte que le moufle soit dans l'entrefer, et que par un dispositif convenable, la pièce d'acier à chauffer puisse être précisément placée de façon à fermer le champ magnétique.

A cet effet, l'une des pièces polaires est montée à charnières sur l'aimant et se prolonge de façon à constituer un second circuit magnétique qui tend à attirer la pièce mobile; cette attraction subsistera tant que la température critique n'est pas atteinte; mais dès que la pièce d'acier que l'on chauffe dans le moule a atteint cette température, elle relâche la pièce polaire mobile puisqu'elle n'est plus magnétique. On profite de ce mouvement de la pièce polaire pour établir un contact qui ferme le circuit d'une sonnerie.

Ce dispositif a donné en pratique d'excellents résultats.

Il est à remarquer que la température à laquelle est faite la trempe par ce procédé est notablement plus basse que celle choisie par un ouvrier exercé, et que le travail est fait avec une complète sécurité. A. S.

**Fabrication électrique de l'acier.** — Les usines de la Compagnie du fer et de l'acier Rochling, de Volklingen, sur la Saark, où la production électrique de l'acier est régulièrement obtenue depuis environ un an, furent dernièrement visitées par un certain nombre de personnes intéressées, représentant diverses branches de l'industrie du fer et de l'acier en Allemagne, en Suisse, en Belgique, en Russie, au Japon. L'objet spécial de cette visite était de voir un nouveau type de four pour une charge de trois tonnes, qui est en service ininterrompu depuis plusieurs semaines et qui purifie la charge liquide du convertisseur basique en éliminant toutes traces de soufre et de phosphore. Le nouveau four est basé sur un type de combinaison très original du four Kjellin, dont nous avons parlé, avec divers perfectionnements sur lesquels nous reviendrons.

**Les chemins de fer suédois.** — Selon notre confrère l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, les essais entrepris par le gouvernement suédois sur les lignes de Stockholm-Järfua et de Tombchoda-Värtan ont donné de si bons résultats, que ce dernier a décidé d'installer la traction électrique sur toutes les lignes de Bollnas à la côte sud. L'État a déjà acquis plusieurs des chutes devant fournir l'énergie nécessaire. D'après les calculs de M. l'ingénieur Dahlander, la longueur totale des lignes à aménager est de 2026 km. Les canalisations d'alimentation sont prévues pour une tension de 50 000 v, et les fils pour traction à 15 000 v, il y aura 37 stations de transformation espacées d'environ 50 km. Le total des frais d'établissement pour les canalisations, sous-stations, etc., s'élève à 32 254 000 fr, et celui des stations primaires à 23 922 000 fr, l'ensemble avec quelques travaux supplémentaires reviendra à 60 656 000 fr.

En prenant pour base l'exploitation en 1905, l'ensemble des frais d'exploitation dans le cas de traction électrique s'élèverait à 5 845 560 fr, tandis qu'avec la traction à vapeur ils seraient de 6 296 000 fr, de sorte que la différence en faveur de la traction électrique serait de 452 440 fr. L'économie de combustible calculée en prenant pour base le prix moyen du charbon pendant les dix dernières années serait de 4 090 000 fr.

En outre on réaliserait des économies sur l'entretien des locomotives, l'éclairage des trains et des stations, le personnel, etc., s'élevant à 2 198 000 fr. Naturellement d'autre part la traction électrique reviendrait plus cher. En admettant qu'en 1920 le trafic aura augmenté de 60 pour 100, les calculs sont encore plus avantageux; dans ce cas la traction électrique reviendrait à 7 535 000 fr et la traction à vapeur à 8 810 000 fr. En admettant que le prix actuel (20 fr par tonne) du charbon augmente de 40 pour 100, en prenant pour base l'exploitation de 1905 l'économie réalisée avec la traction électrique serait de 2 millions de fr, et en comptant sur un trafic de 60 pour 100 plus élevé de 3 500 000 fr.

On voit donc qu'outre les avantages, résultant du plus grand nombre de trains, la traction électrique présentera un avantage au point de vue financier, même dans le cas de non-augmentation du trafic. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Marseille.** — *Éclairage public.* — La communication suivante, sur l'éclairage électrique, a été présentée il y a peu de temps au Conseil municipal.

La Compagnie du Gaz et de l'Électricité a fait parvenir au Maire une lettre apportant une modification au prix qu'elle avait primitivement fixé pour les lampes à arc nouvelles qui seront installées dans les rues Noailles, Cannebière, cours Belzunce et cours Saint-Louis.

Elle indique que le prix de l'arc-heure que, par sa lettre du 21 février 1908, elle avait fixé à 0,245 fr s'entendait pour 5 arcs en tension sous 220 volts, mais que la disposition par 6 arcs en tension préconisée par le rapporteur et adoptée par le Conseil municipal, ramenant le prix de l'arc-heure à 0,220 fr, le prix du courant devait être dans ce cas réparti sur 6 lampes au lieu de 5.

Par une lettre du 1er avril dernier, la Compagnie d'Électricité de Marseille propose à la ville, pour le même éclairage, le même prix de 0,220 fr.

Les deux Compagnies concessionnaires ont décidé, en attendant que le Conseil municipal ait statué sur l'extension de l'éclairage électrique public, de se partager, d'ores et déjà, la distribution de l'éclairage électrique actuel. C'est ainsi qu'au lieu de continuer à réserver à la Compagnie du Gaz et de l'Électricité toutes les voies qu'elle est seule à éclairer électriquement, cet éclairage sera divisé entre les deux Compagnies, à prix égaux. La Société du Gaz et de l'Électricité

Digitized by Google

conservera les rues Noailles, Cannebière, cours Belzunce et cours Saint-Louis ; et la Compagnie d'Électricité de Marseille assurera l'éclairage électrique des autres voies, telles que la rue de la République, rue Colbert, etc.

Cette modification va mettre immédiatement en concurrence les deux Sociétés concessionnaires.

Le Conseil municipal a décidé de maintenir, dans son ensemble, sa dernière délibération, avec la substitution de 0,220 à 0,245 fr comme prix maximum de l'arc-heure pour les arcs dits « de luxe » et décidé également que l'éclairage électrique public actuel sera partagé entre les deux Compagnies concessionnaires, comme il vient d'être indiqué.

**Saint-Étienne.** — *Concession nouvelle.* — Le Conseil municipal de Saint-Étienne vient d'accorder la concession de l'éclairage électrique à une Société qui a pour directeur M. Prieur. L'accord repose sur les points suivants :

*Service concédé.* — Force motrice sans monopole ni privilège.

Éclairage des particuliers sans monopole ni privilège.

Éclairage des voies et bâtiments publics si la ville le désire, avec faculté pour elle d'employer totalement ou partiellement tout procédé autre que l'électricité ou de pourvoir, par ses propres moyens, à cet éclairage public par l'électricité.

*Durée.* — La concession expirerait le 31 décembre 1947 (sa durée serait ainsi inférieure de 3 ans à celle qui était demandée par M. Prieur et qui aurait expiré le 31 décembre 1950).

*Prix maximum.* — Le prix maximum de l'énergie serait de 6 centimes par kw-h pour l'éclairage et 3 centimes pour la force motrice, au lieu de 7 centimes et de 3,5 centimes demandés par M. Prieur.

Satisfaction est ainsi donnée au désir exprimé en réunion par le Conseil municipal de voir abaisser la durée de la concession et le prix maximum.

### ÉTRANGER

**Amsterdam (Hollande).** — *Traction électrique.* — Le *Staatscourant*, d'Amsterdam, contient le texte d'une concession accordée à la Compagnie de tramways électriques d'Amsterdam et du Nord de la Hollande, pour l'établissement d'une ligne de tramways d'Amsterdam à Krommenir, et de deux embranchements de Zaandyk à Wyk et à Lee et de Wormerveer à Purmereud. La longueur totale de ces lignes atteindra environ 45 kilomètres. Les travaux doivent être effectués dans un délai de deux ans.

**Louvain (Belgique).** — *Éclairage électrique.* — Le Conseil communal vient de consacrer une longue séance à la question de l'électricité, question qui intéresse si vivement la population et tout particulièrement le monde commercial et industriel. En un rapport très étudié et documenté, M. Colins, bourgmestre, a exposé les éléments du problème, après avoir donné le résultat des études auxquelles s'était livré la commission ; il a annoncé que celle-ci avait été amenée à reculer devant tous les aléas que présente l'organisation d'une régie d'électricité dans une ville de l'importance de Louvain, et à reconnaître qu'un contrat de concession bien fait, exigeant du concessionnaire, au profit de la ville, une certaine redevance et fixant le droit de reprise à des époques déterminées, était ce que l'on pouvait proposer de mieux dans l'intérêt de la ville.

Dans l'alternative d'une exploitation en régie, le prix du kilowatt-heure, livré au domicile du consommateur, atteindra certainement à Louvain 55 centimes, et encore, pour ne pas dépasser ce chiffre, il faudra tabler sur une production de 250 000 kilowatts-heure par an, que l'on sera loin d'atteindre les premières années. Le rapport de la commission a suscité une longue discussion. M. Th. Claes a défendu la régie au nom de la minorité socialiste, tandis que M. Poullet, au nom de la droite, appuyait la proposition de la commission.

Finalement le conseil s'est prononcé pour le principe de la concession, moyennant un certain pourcentage en faveur de la ville, basé sur le chiffre des recettes brutes, avec faculté de reprise.

**Manresa (Espagne).** — *Station centrale.* — Nous apprenons que la *Compañia Barcelonesa de Electricidad* étudie actuellement la construction à Manresa d'une usine électrique pouvant fournir une puissance de 3750 poncelets.

On dit que l'énergie électrique obtenue doit être appliquée à la traction du chemin de fer électrique de Barcelone à Manresa.

## CORRESPONDANCE

### Sur la terminologie des courants alternatifs.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR EN CHEF

Je concède immédiatement à votre correspondant masqué, qu'au point de vue absolu un courant périodique simple peut avoir une phase ; je consens même à ce qu'elle soit rapportée à l'heure sidérale !

Mais c'est jouer sur les mots. De même que les potentiels, les phases ne nous intéressent ici que par leurs différences. Pour préciser, je crois qu'on devrait convenir de définir comme « polyphasées » un système de *forces électromotrices* produites par une même source et *telles qu'elles partagent la période en un nombre exact de parties égales.* Si l'on veut bien admettre cette définition, on reconnait sans peine que le courant alternatif simple y entre comme diphasé, — soit à trois fils directs sur générateur bobiné en étoile — soit à deux fils, en cas de charges équilibrées, auquel cas il y a évidemment intérêt à supprimer le fil neutre.

Je ne crois pourtant pas utile de développer ce point dont l'évidence sautera aux yeux de tout lecteur.

Quant au 2° de la lettre, j'avoue ne pas le comprendre. Je ne connais pas un seul exemple de distribution « diphasée à 3 fils alimentée par alternateurs à bobines sur forme qui n'ont pas de point neutre ». (Cette longue périphrase désigne ce qu'on nomme ordinairement un bobinage en polygone). Si le correspondant veut bien nous dire où aboutit le troisième fil d'une telle distribution, il nous obligera.

J'ai si peu oublié les génératrices bobinées en étoile que la figure 1 sur laquelle est donnée ma démonstration en figure une expressément. Quant au bobinage en polygone, j'ai pris soin d'indiquer qu'il fallait alors créer artificiellement le point neutre, et de rappeler le moyen le plus usité.

D'ailleurs un système de trois conducteurs parcourus par des *courants de phases différentes* devrait être régulièrement qualifié de système à courants *triphasés* - - et c'est le cas de ce qu'on appelle, avec votre correspondant, diphasé à trois fils ! Ceci me paraît justifier suffisamment ma proposition de définir les combinaisons polyphasées par les *forces électromotrices*, qui ne dépendent que de la source, et non par les *courants* qui dépendent en outre de tout le reste du circuit.

Maintenant, si dans la conversation courante votre correspondant me parlait courant diphasé trois fils, ou monophasé trois fils, je crois que je comprendrais, en général, ce qu'il veut dire. Seulement je crois vraiment nécessaire que, tant dans l'enseignement que dans les textes officiels, on préfère une langue plus correcte. C'est tout ce que j'espère pour le moment.

Veuillez agréer, etc.

R.-V. PICOU.

Digitized by Google

# TURBINES A VAPEUR
## ET MACHINES A PISTON

Le développement considérable pris, dans ces dernières années, par les applications de l'électricité, tant pour le transport de l'énergie à distance que pour l'éclairage, a donné lieu à une demande sans cesse croissante de machines motrices, que nous pouvons d'ailleurs ranger en deux classes principales : la première renfermant tous les moteurs thermiques, la seconde les moteurs hydrauliques.

Seuls, dans les moteurs thermiques, la machine à vapeur et la turbine à vapeur présentent un caractère suffisant de généralité pour permettre leur emploi dans n'importe quel lieu.

Les moteurs à pétrole, en dehors du coût élevé du combustible, ne peuvent convenir, en effet, que pour de petites installations. Quant aux moteurs à gaz, la nécessité d'employer du gaz d'éclairage dans les moteurs à gaz de ville, et un combustible spécial qui est généralement l'anthracite dans les moteurs à gaz pauvre, limite beaucoup leur emploi et conduit presque toujours à des installations coûteuses comme fonctionnement. En outre, et dans le cas où l'on utilise le courant alternatif, la nécessité de coupler en parallèle plusieurs unités exige des moteurs à gaz tout à fait spéciaux avec volant lourd, et trois paliers dont le prix d'achat est très élevé.

Quant aux moteurs hydrauliques, qu'on ne peut utiliser que si l'on dispose d'une chute d'eau, leur puissance est limitée par la hauteur et le débit ; aussi n'est-il pas rare de voir, dans certaines stations centrales, une machine à vapeur adjointe à la turbine hydraulique et destinée à seconder cette dernière aux heures de surcharge ou de pleine charge.

La lutte se trouve donc presque toujours circonscrite entre la machine à vapeur et la turbine à vapeur.

Avec les anciennes machines à pistons, et étant donné leur faible vitesse angulaire, on ne pouvait pas songer, en vue de supprimer les pertes dues aux transmissions intermédiaires et de réduire la surface d'encombrement de l'ensemble, à créer des groupes électrogènes dans lesquels la machine à vapeur aurait attaqué directement la génératrice électrique. Ceci tient à ce que, pour des groupes ainsi constitués, en dehors des difficultés de construction, leur prix d'achat est prohibitif en raison du poids des matériaux immobilisés.

En outre, et dans le cas où l'on doit assurer un service d'éclairage, il devient nécessaire d'avoir recours à des génératrices à vitesse angulaire élevée. La machine à vapeur n'ayant pas, en effet, une vitesse rigoureusement constante, si nous admettons le même écart angulaire dans une machine à allure lente que dans une machine à allure rapide, l'écart de tension aux bornes de la génératrice qui en résulte et qui conduit à des battements dans l'éclairage, deviennent insensibles à l'œil s'ils se reproduisent un grand nombre de fois par seconde.

Ce sont ces multiples raisons, réduction de la surface d'encombrement, suppression des pertes dues aux transmissions par courroie, etc., etc., qui avaient déjà incité les constructeurs de machines à vapeur à créer des types à grande vitesse dont les dimensions, beaucoup plus réduites des cylindres, pistons, tiroirs, etc., réalisaient déjà un très notable perfectionnement sur les machines à vapeur à allure lente.

Toutefois, il est à remarquer que, dans les machines à grande vitesse, les frottements sont beaucoup plus élevés et le graissage beaucoup plus minutieux que dans les machines à allure lente. A l'origine, on faisait barboter

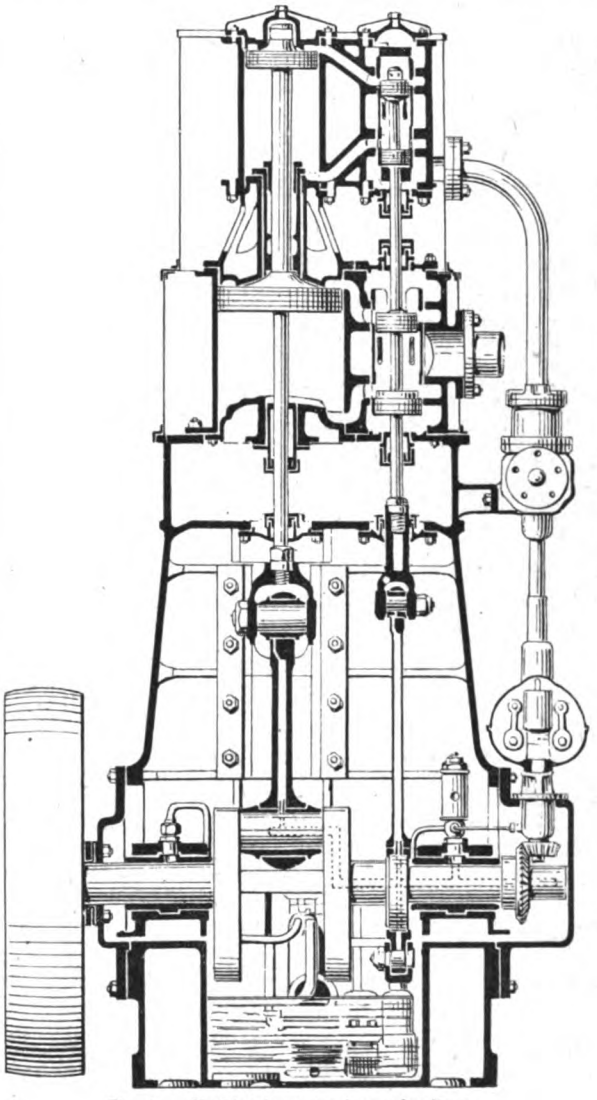


Fig. 1. — Machine à vapeur à grande vitesse.

dans l'huile les organes à graisser, mais ce procédé a été presque complètement abandonné et remplacé par un graissage sous pression. On avait, en effet, constaté que l'huile s'émulsionnait et que le graissage n'était plus qu'imparfaitement assuré.

Enfin, par une construction tout à fait soignée, des



Digitized by Google

constructeurs comme Delaunay-Belleville, Boulte-Larbodière, etc., etc., sont arrivés à présenter sur le marché industriel des machines à vapeur à grande vitesse, dont les consommations de vapeur, comparables à celles des machines à allure lente, ne conduisent pas à l'emploi de chaudières à grand débit.

La figure 1 donne une vue en coupe d'une machine compound tandem, simple, avec graissage continu à haute pression par pompe oscillante sans clapet, construite par la maison Delaunay-Belleville et Cie.

Nous avons, en outre, résumé dans le tableau n° I les types, puissances, pressions de marche et vitesses angulaires en tours par minute des machines Belleville à grande vitesse.

TABLEAU I.

| TYPE DE LA MACHINE | PRESSION EFFECTIVE DE LA VAPEUR AVANT LA VALVE EN KG : CM² — A CONDENSATION. | PRESSION EFFECTIVE DE LA VAPEUR AVANT LA VALVE EN KG : CM² — A AIR LIBRE. | PUISSANCE SUR L'ARBRE EN CHEVAUX. | VITESSE ANGULAIRE EN TOURS : MINUTE. |
|---|---|---|---|---|
| *Machines compounds à 1 file de cylindres en tandem.* | | | | |
| 200 | 8 (1) | 10 | 25 | 410 |
| 250 | 8 | 10 | 50 | 400 |
| 300 | 8 | 10 | 80 | 390 |
| 350 | 8 | 10 | 110 | 375 |
| 400 | 8 | 10 | 150 | 360 |
| *Machines compounds à 2 files de cylindres en tandem.* | | | | |
| 300 | 8 (1) | 10 | 160 | 390 |
| 350 | 8 | 10 | 220 | 375 |
| 400 | 8 | 10 | 300 | 360 |
| 450 | 8 | 10 | 400 | 345 |
| 500 | 8 | 10 | 500 | 335 |
| 600 | 8 | 10 | 750 | 310 |
| *Machines à triple expansion à 2 files de cylindres en tandem.* | | | | |
| 300 | 13,5 (1) | 17 | 160 | 390 |
| 350 | 13,5 | 17 | 220 | 375 |
| 400 | 13,5 | 17 | 300 | 360 |
| 450 | 13,5 | 17 | 400 | 345 |
| 500 | 13,5 | 17 | 500 | 335 |
| 600 | 13,5 | 17 | 550 | 315 |
| 700 | 13,5 | 17 | 1000 | 290 |
| 800 | 13,5 | 17 | 1500 | 265 |
| 900 | 13,5 | 17 | 2000 | 245 |
| 1000 | 13,5 | 17 | 2500 | 220 |

(1) Toutes ces machines peuvent fonctionner avec des pressions plus faibles en développant une puissance moindre.

Les machines à vapeur à grande vitesse ont des consommations de vapeur absolument comparables à celles des machines à allure lente. Toutefois, il ne faut pas se dissimuler que si, aux essais de réception, ces machines donnent toute satisfaction, il n'en est plus de même au bout d'un service prolongé, car, par suite de l'usure des pièces frottantes, les consommations de vapeur augmentent notablement. En outre, le graissage en reste toujours extrêmement délicat.

En dehors de ces deux défauts particuliers aux machines à grande vitesse, elles participent à tous les défauts inhérents aux machines à pistons. Dans les machines à pistons, on a des pertes thermiques qui atteignent en général, 33 pour 100, ainsi que l'a montré M. Lelong, ingénieur principal de la marine. Ces pertes proviennent principalement de l'action refroidissante des parois; toutefois, cette action n'entre pas seule en ligne de compte, car il y a également les ruptures de cycles provenant des dispositions mécaniques mêmes de la machine.

Un autre inconvénient de la machine à vapeur, et qui n'est certes pas sans importance au point de vue industriel, c'est que le minimum de consommation a lieu pour une charge légèrement inférieure à la pleine charge.

Pourra-t-on améliorer les machines à pistons? C'est un point que l'on peut mettre en doute, car chaque fois qu'on y apporte une modification en vue de réduire les consommations de vapeur, on constate que le coût de cette modification est presque prohibitif. Dans cette voie, on est donc presque arrivé à la perfection.

Or, lorsque l'on a de la vapeur sous pression, comment peut-on l'utiliser? On a à sa disposition deux méthodes différentes. Ou bien on peut utiliser sa force expansive, c'est ce qui a lieu dans les machines à pistons; ou bien on peut la détendre et utiliser la grande vitesse qui en résulte, c'est ce qui a lieu dans les turbines à vapeur.

Ce nouveau mode d'utilisation de la vapeur présente-t-il, sur le précédent, de bien grands avantages? La pratique a montré qu'en effet on avait des avantages indiscutables.

Dans les turbines, l'augmentation de consommation de vapeur avec le temps est absolument insignifiant; les organes à graisser sont réduits au minimum. L'écoulement régulier de la vapeur dans une direction constante supprime les condensations et revaporisations successives; en outre, elles permettent l'obtention de vitesses angulaires beaucoup plus élevées, ce qui n'est pas sans intérêt dans le cas où elles sont appelées à commander des génératrices électriques, des ventilateurs, des pompes centrifuges, etc., etc.

En résumé, dans l'état actuel de l'industrie, les turbines à vapeur peuvent revendiquer les avantages suivants sur les machines à pistons, même à grande vitesse :

*a*. Poids et surface d'encombrement plus réduits;

*b*. Plus grande régularité de vitesse (3 à 4 pour 100 de variation au maximum dans le cas de charge ou de décharge totale et brusque);

*c*. Conduite plus simple;

*d*. Économie notable sur les frais d'entretien;

*e*. Absence totale de matière grasse à l'intérieur de la turbine; par suite, eau de condensation excessivement pure;

*f*. Réduction des pertes dues aux frottements qui, en dehors de ceux de l'arbre dans ses coussinets, se réduisent aux frottements de la vapeur sur les aubes;

*g*. Absence de condensation et revaporisation successives;

*h*. Absence de trépidations et, par suite, réduction notable dans les fondations.

Digitized by Google

Par contre, on peut objecter aux turbines à vapeur leur manque d'élasticité au point de vue de la vitesse et leur marche non reversible. Cette dernière objection n'est pas sans importance au point de vue de la propulsion des navires; dans ce cas, on est obligé ou d'adjoindre à la turbine principale une petite turbine auxiliaire spécialement affectée à la marche arrière, ou bien d'employer des artifices spéciaux, comme dans les turbines Parsons et Rateau.

Quoi qu'il en soit, l'extension considérable prise ces dernières années par les turbines à vapeur, justifie leur supériorité incontestable sur les machines à pistons.

A l'appui de ce que nous venons de dire, il n'est pas, croyons-nous, sans intérêt ici de résumer le parallèle établi par le professeur Niethammer entre deux usines utilisant le même charbon et dont l'une emploie des machines à pistons, tandis que l'autre utilise des turbines à vapeur.

Tableau II.

| | NOMBRE D'UNITÉS. | PUISSANCE DE CHAQUE UNITÉ EN KW. | PUISSANCE TOTALE EN KW. | NATURE DU COURANT. |
|---|---|---|---|---|
| Machines à pistons. . | 2 | 5000 | 10 000 | triphasé à 60 p : s |
| Turbines à vapeur . . | 6 | 1600 | 9 000 | |

Le tableau n° II fait connaître les principales caractéristiques de ces deux usines, et le tableau n° III les principales conditions annuelles d'exploitation.

Tableau III.

| | USINE AYANT | |
|---|---|---|
| | MACHINES A PISTONS. | TURBINES A VAPEUR. |
| Énergie totale, en kw-h. . . . . | 37 912 000 | 33 840 000 |
| Consommation de charbon, en tonnes. . | 44 813 | 41 564 |
| Pression de la vapeur, en kg : cm². . . . | 11,25 | 12,50 |
| Vide au condenseur, en cm de colonne de mercure. . . . . | 66,04 | 72,39 |
| Surchauffe, en degrés C . . . . . | » | 66 |

L'usine à turbines a un foyer mécanique, tandis que dans l'usine utilisant des machines à pistons le chargement du charbon se fait à la main.

Le tableau n° IV indique la répartition des différentes dépenses annuelles dans les deux usines en centièmes des dépenses totales.

Comme on peut le voir par l'examen de ce dernier tableau, l'usine utilisant des turbines réalise sur les frais totaux d'exploitation de l'usine employant des machines à pistons une économie de

$$\frac{92{,}8 - 82}{92{,}8} = 11{,}6 \text{ pour } 100.$$

Tableau IV.

| | USINE AYANT | |
|---|---|---|
| | MACHINES A PISTONS. | TURBINES A VAPEUR. |
| Combustibles . . . . . | 60.5 | 65.5 |
| Eau. . . . . | 5,1 | 1.3 |
| Huile . . . . . | 1,4 | 0,2 |
| Service général . . . . . | 21,2 | 15,4 |
| Service de la chaudière. . . . . | 8.5 | 4,9 |
| Service des machines. . . . . | 9,0 | 5,2 |
| Service des alternateurs . . . . . | 6,7 | 5,3 |
| Dépenses accessoires . . . . . | 1,7 | 1,1 |
| Dépenses totales d'exploitation. . . | 92,8 | 82,0 |

*Éléments constitutifs d'une turbine à vapeur.* — En thèse générale, une turbine à vapeur se compose de trois organes principaux, à savoir : le distributeur, la roue mobile, le diffuseur.

a. *Distributeur.* — C'est le distributeur qui règle l'arrivée de la vapeur sur la roue mobile; il est constitué, soit par une couronne d'aubes directrices, soit par des tuyères coniques de profils variables.

b. *Roue mobile.* — La roue mobile est constituée par un disque à la périphérie duquel se trouvent réparties les aubes motrices ou réceptrices.

c. *Diffuseur.* — Le diffuseur n'existe pour ainsi dire pas dans les turbines à vapeur; il est, en fait, constitué simplement par le tuyau d'échappement, qui doit être assez largement dimensionné pour éviter toute contre-pression.

*Classification des turbines à vapeur.* — Les turbines à vapeur sont susceptibles d'une classification basée soit sur le nombre de roues motrices, soit sur la façon dont la vapeur agit, soit sur la direction de la vapeur à l'intérieur de la turbine, soit sur son mode d'admission.

— Si l'on considère le nombre de roues motrices d'une turbine, on peut les ranger en deux grandes classes :

Dans la première se rangent les turbines dans lesquelles la vapeur n'agit que sur les aubes d'une seule roue : ce sont les *turbines simples.*

Dans la seconde se rangent les turbines dans lesquelles la vapeur agit successivement sur les aubes de plusieurs roues : ce sont les *turbines multiples.*

— On peut également faire une classification des turbines suivant le mode d'action de la vapeur; on a alors :

Dans la première classe, les *turbines à action*, dans lesquelles la vapeur agit par sa force vive.

Dans la seconde classe, les *turbines à réaction*, dans lesquelles la vapeur se détend sur les aubes réceptrices.

Dans la troisième classe, les *turbines mixtes*, dans lesquelles la vapeur se détend et agit par sa force vive sur les aubes réceptrices.

— On peut encore classer les turbines suivant le sens d'écoulement de la vapeur; on a alors :

Dans la première classe, les *turbines axiales*, dans

Digitized by Google

lesquelles la vapeur circule parallèlement à l'axe de rotation de la turbine.

Dans la seconde classe, les *turbines radiales centrifuges*, dans lesquelles la vapeur circule de l'axe à la périphérie.

Dans la troisième classe, les *turbines radiales centripètes*, dans lesquelles la vapeur circule de la périphérie à l'axe.

— Enfin, on peut les classer suivant le mode d'admission de la vapeur; on a alors :

Dans la première classe, les *turbines à injection totale*, dans lesquelles on admet la vapeur sur toute la périphérie du rotor.

Dans la seconde classe, les *turbines à injection partielle*, dans lesquelles on n'admet la vapeur que sur une portion seulement du rotor.

De toutes ces classifications, celle qui tient compte de la façon dont la vapeur agit paraît seule vouloir subsister.

Si donc nous ne considérons que cette classification, nous pouvons revendiquer pour les turbines à action, et au point de vue théorique, les avantages suivants :

*a*. Absence de pressions latérales, le rotor tournant dans une atmosphère de pression uniforme;

*b*. Plus grande élasticité dans la quantité de vapeur à admettre;

*c*. Proportionnalité entre la quantité de vapeur admise et la puissance développée.

Toutefois, la construction des turbines à action est beaucoup plus délicate que celle des turbines à réaction; ceci tient à ce qu'il faut étudier avec beaucoup de soin les distributeurs pour que la vapeur puisse s'y étendre entièrement.

*Vitesses d'écoulement et consommations théoriques de vapeur.* — On sait que, lorsque l'on détend de la vapeur d'une pression d'amont $P$ à une pression d'aval $p$, elle acquiert une vitesse exprimée exactement par la formule de Zeuner :

$$A\frac{V^2}{2g} = x_1\frac{r_1}{T_1}(T_1 - T_2) + q_1 - q_2 - T_2(\mathfrak{S}_1 - \mathfrak{S}_2) + \\ + A\sigma(p_1 - p_2),$$

dans laquelle :

$V$, vitesse d'écoulement de la vapeur;

$A$, équivalent calorifique du travail $\left(A = \frac{1}{425}\right)$;

$x_1$, titre initial de la vapeur;

$r_1$, chaleur de vaporisation de l'eau à la température $T_1$;

$T_1$, $T_2$, températures absolues d'amont et d'aval;

$q_1$, $q_2$, chaleurs du kg d'eau aux températures $T_1$ et $T_2$;

$\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$, entropies correspondantes du kg d'eau;

$\sigma$, volume en m³ du kg d'eau;

Cette formule, qui est évidemment d'un emploi laborieux, peut être remplacée par la relation beaucoup plus simple :

$$V^2 = 2g\left[v_0 p_0^{\frac{1}{\gamma}}\frac{\gamma}{\gamma - 1}\left(P_1^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - P_2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right)\right]$$

dans laquelle :

$v_0$, $p_0$, volume en m³ d'un kg de vapeur et pression en kg par m² à zéro et sous la pression de 760 mm de mercure;

$P_1$, $P_2$, pressions d'amont et d'aval;

$\gamma$, 1,135 pour l'eau.

Comme on peut le voir, ces formules ne répondent qu'indirectement aux besoins de l'industrie; ce qui intéresse en effet un industriel, c'est de savoir ce que théoriquement la machine à vapeur qu'il emploie doit consommer de vapeur par cheval effectif et par heure et ce que pratiquement elle consomme.

M. Rateau, qui a fait des études approfondies sur les lois de l'écoulement des vapeurs, a proposé pour le calcul de la vitesse d'écoulement la formule empirique :

$$V = 100\sqrt{\frac{550}{K}}$$

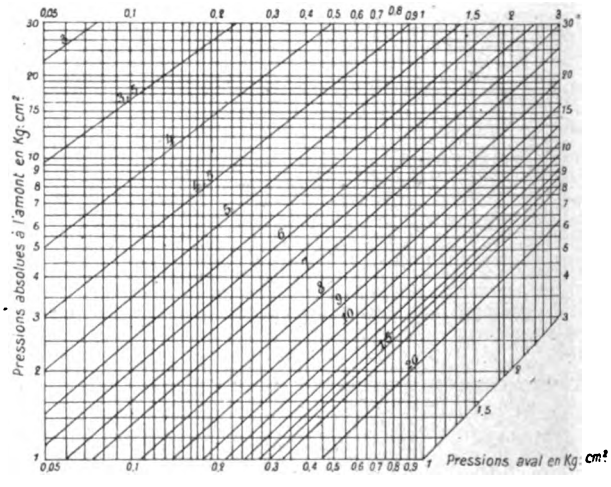
dans laquelle $K$ représente précisément la consommation théorique de vapeur par cheval effectif et par heure dans une machine parfaite.

La valeur de $K$ peut être calculée par la relation

$$K = 0{,}85 + \frac{6{,}95 - 0{,}92\log P_1}{\log P_1 - \log P_2},$$

dans laquelle $P_1$ et $P_2$ sont respectivement les pressions d'amont et d'aval.

Afin de simplifier le travail, M. Rateau, a, dans les




*Consommations théoriques de vapeur par cheval effectif et par heure en fonction des pressions d'amont et d'aval.*

Fig. 2. — Abaque de M. Rateau.

*Annales des Mines*, donné une abaque des valeurs de $K$ que nous reproduisons ci-dessus.

Cette abaque montre l'intérêt capital qu'il y a, chaque fois que cela est possible de marcher à condensation. C'est ainsi, par exemple, que pour une pression d'amont

Digitized by Google

égale à 10 kg : cm² la consommation théorique de vapeur baisse de 4,4 à 4 kg, lorsque la pression d'aval descend de 0,20 à 0,12 kg.

L'abaque ci-dessus ne s'applique qu'à une machine à vapeur utilisant de la vapeur saturée et sèche. Dans le cas où la vapeur est surchauffée, les consommations théoriques par cheval effectif et par heure sont légèrement plus faibles. M. Rateau a proposé dans ce cas l'emploi de la formule empirique suivante :

$$V = 100\sqrt{\frac{550}{K'}},$$

dans laquelle :

$$K' = \frac{K}{1 + 0{,}000755\,K\left[(T_s - T) - T \log \text{hyp}\,\frac{T_s}{T}\right]};$$

$T$, température de la vapeur saturée;

$T_s$, température de la vapeur surchauffée.

M. Lelong, ingénieur de la marine, a donné une abaque permettant de faire très rapidement la correction nécessaire sans avoir recours à la formule empirique ci-dessus. (On trouvera cette abaque dans le *Bulletin de l'Association technique maritime* de 1899.)

*Section des tuyères et débit de la vapeur.* — Lorsque la vapeur est amenée sur les roues mobiles au moyen de distributeurs appelés tuyères, il est bien évident que leur forme ne doit pas être quelconque. Leur longueur et leur section dépendent des pressions d'amont et d'aval et du mode d'action de la vapeur.

Si nous considérons une tuyère débitant un volume $Q$ de vapeur à l'heure et si nous appelons $S$ la section de la tuyère à un endroit quelconque, et $V$ la vitesse de la vapeur dans cette section, nous aurons toujours la relation

$$Q = SV.$$

Appelons $I$ le débit de vapeur de cette tuyère et $\varpi$ le poids spécifique de la vapeur, nous aurons :

$$Q = \frac{I}{\varpi} \quad \text{d'où} \quad S = \frac{Q}{V} = \frac{I}{V\varpi}.$$

La vapeur étant un fluide élastique, lorsque la pression baisse le poids spécifique $\varpi$ baisse également. Le produit $V\varpi$ passe donc par un maximum, car on a un produit de deux facteurs, dont l'un ($V$) croît, tandis que l'autre ($\varpi$) décroît.

Dans le cas où l'on a affaire à de la vapeur, ce maximum a lieu lorsque le rapport des pressions extrêmes $\frac{p}{P}$ est égal à 0,58.

Quelle que soit la pression d'amont $P$, la section de la tuyère sera donc minimum pour

$$p = 0{,}58\,P.$$

M. Rateau a démontré expérimentalement que le débit de la vapeur était indépendant de la pression d'aval $p$ lorsque l'on avait

$$p < 0{,}58\,P$$

et qu'il en dépendait dans le cas contraire.

M. Rateau a en outre proposé, dans le cas où l'on a $p < 0{,}58\,P$, de calculer le débit de la vapeur par la formule empirique

$$I = P\,(15{,}42 - \log P),$$

formule qui est applicable pour toutes les valeurs de $P$ comprises entre 1 et 13 kg : cm², $I$ étant le débit de la vapeur en g : s et par cm² dans la section la plus étroite de la tuyère; et dans le cas où l'on a $p > 0{,}58\,P$, la formule empirique

$$I = P\,(15{,}26 - 0{,}96 \log P).$$

Il est bien évident, d'après ce que nous avons dit plus haut, que cette dernière relation ne peut que donner une indication sur la valeur du débit. Toutefois, elle évite des tâtonnements et des expériences longues et coûteuses.

Comme nous venons de le voir, nous sommes amenés, dans l'écoulement des vapeurs, à considérer deux cas, suivant que l'on a

$$p < 0{,}58\,P,$$
$$p > 0{,}58\,P.$$

Si donc nous voulons avoir de la vapeur entièrement

TABLEAU V.

| TYPE DE LA TURBINE. | PUISSANCE UTILISÉE EN CHEVAUX — EN SERVICE. | EN CONSTRUCTION. | PAR GENRE DE SERVICE. | TOTAL. | PUISSANCE DES TURBINES EN CHEVAUX. | NATURE DU SERVICE. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| De Laval | 130 000 | 5 000 | 135 000 | 135 000 | 15 à 300 | Service à terre. |
| Rateau | 4 500 | 4 800 | 9 300 | 14 800 | 10 à 600 | Service à terre. |
| | » | 5 500 | 5 500 | | 1800 à 2 000 | Service maritime. |
| Parsons | 407 000 | 50 000 | 457 000 | 607 000 | 30 à 10 000 | Service à terre. |
| | 65 000 | 85 000 | 150 000 | | 1800 à 10 000 | Service maritime. |
| Curtis | » | » | » | 290 000 | 500 à 5 000 | » |
| Riedler-Stumpf | » | » | » | 8 000 | 2500 environ | » |
| Westinghouse | » | » | » | 10 000 | » | » |
| Zoelly | » | » | » | 20 000 | » | » |
| Schulz | » | » | » | 5 000 | » | » |
| Bréguet à disques de Laval | » | 3 000 | 3 000 | 5 000 | » | Service à terre. |
| | | 2 000 | 2 000 | | | Service maritime. |

Digitized by Google

détendue, nous devrons avoir recours, dans le premier cas aux tuyères convergentes dans lesquelles la section minimum $s$ sera telle que nous ayons la relation $p = 0{,}58\ P$; mais la pression $p$ étant inférieure au produit $0{,}58\ P$, nous devrons adjoindre à cette tuyère convergente une tuyère divergente, pour que la vapeur puisse s'y détendre complètement, de telle sorte qu'à la sortie elle ait toute la vitesse correspondant à la chute de pression $P - p$. C'est ce qui a lieu dans les turbines de Laval.

Dans le deuxième cas, au contraire, nous devrons avoir recours aux tuyères convergentes.

Nous n'entreprendrons pas ici une étude complète de toutes les turbines, car quelques-unes d'entre elles ont été complètement abandonnées et, parmi elles, nous pouvons citer les turbines de Real et Pichon (1827), d'Ewbank (1859), de Wilson (1848), de Tournaire (1853), de Girard (1855), d'Autier (1859), de Farcot et Perrigault (1864), d'Hanssen (1870); d'autres, au contraire, n'ont pas encore fait leurs preuves industrielles, c'est le cas des turbines Veichelt et des turbines Schultz.

Le tableau V, emprunté à M. G. Hart, indique le total approximatif de la puissance utilisée industriellement au début de 1904, pour chacun des types principaux de turbines à vapeur ayant déjà reçu une consécration industrielle.

A. Cettre.

---

NOUVEAUX PROCÉDÉS

DE

## FABRICATION DES FILAMENTS MÉTALLIQUES

Tous ceux qui se sont occupés de la production des filaments métalliques en partant d'agglomérés de sels ou d'oxydes connaissent les difficultés que l'on rencontre à éliminer du filament les traces de carbone qui ont été introduites dans le métal par l'agglomérant, et on peut dire avec une presque certitude que ces traces de carbone ne peuvent pas être enlevées complètement. Il semble en résulter, par conséquent, que la plupart des filaments métalliques fabriqués aujourd'hui sont constitués par des carbures métalliques.

La présence du carbone dans ces conditions présente-t-elle un grave inconvénient? Il est permis d'en douter quand on voit les résultats donnés par les lampes actuelles; mais, cependant, il est à craindre que les différences de qualité très notables que l'on observe sur les lampes d'une même fabrication ne soient dues, en majeure partie au moins, à cette difficulté d'élimination du carbone. Les métaux comme le tungstène forment très probablement avec le carbone de nombreux composés définis dont les propriétés physiques sont assez voisines, mais cependant assez différentes, quant à la température de fusion par exemple, pour expliquer les anomalies que nous signalons plus haut.

Différents procédés ont donc été imaginés pour substituer aux agglomérants carbonés, généralement employés, d'autres corps ne contenant pas de traces de carbone. C'est évidemment le moyen radical de supprimer les inconvénients que nous venons d'indiquer, et un moyen susceptible peut-être d'améliorer la lampe à filament métallique, si tant est que les différences observées dans la qualité de ces lampes soient dues aux causes citées plus haut. Il reste à démontrer, bien entendu, que le nouvel agglomérant employé pourra être éliminé complètement, ceci étant dit pour qu'on ne nous accuse pas de préjuger de la qualité des filaments obtenus par les nouveaux procédés.

Parmi ces procédés, nous citerons celui de la *General Electric C°* de New-York, d'après les spécifications du brevet.

Le tungstène en poudre, obtenu par la réduction par l'hydrogène du sesquioxyde, est malaxé à chaud avec un amalgame fait de parties égales de cadmium et de mercure, par exemple; la proportion de tungstène qu'on peut ainsi incorporer est d'au moins 30 pour 100. La pâte obtenue est filée. Les fils, qui sont bien maniables, sont placés dans un tube et chauffés à une température suffisante pour vaporiser le mercure et le cadmium de l'amalgame, au moins en majeure partie; après cette opération, ils sont devenus durs et un peu cassants et sont constitués par un mélange de tungstène et de cadmium. Ces fils sont alors suspendus dans un autre récipient où l'on peut faire le vide, ou maintenir une atmosphère de gaz inertes, et on les chauffe par le passage d'un courant électrique. Sous l'action de ce chauffage progressif, les résidus des métaux composant l'agglomérant distillent; les particules de tungstène se resserrent; les fils se raccourcissent en même temps que leur porosité diminue, et finalement, après refroidissement, on retire de l'appareil des fils rigides et quelque peu élastiques, bien que dénués de ductilité. Cependant, ces fils, sous l'action d'une température bien inférieure au rouge naissant sont susceptibles d'acquérir une ductilité suffisante pour pouvoir être enroulés sans difficultés sur un moule de forme quelconque; ce moule, qui est en platine, est chauffé par une petite flamme de gaz. Le point le plus intéressant de ce procédé est que la température nécessaire à la manipulation du fil de tungstène est inférieure à sa température d'oxydation ou au moins à celle où sa coloration change. Après refroidissement du moule, le fil peut être enlevé et, comme il reprend alors son élasticité, il conserve la forme qui lui a été donnée. D'autres procédés sont préconisés pour le chauffage du moule et du fil : entre autres le courant électrique. Les auteurs revendiquent également l'enroulement du fil de tungstène sur un support analogue à celui des lampes tantale qui doit être convenablement chauffé pour rendre le fil malléable pendant l'enroulement.

Digitized by Google

L'amalgame employé comme agglomérant peut être constitué de 44 parties de cadmium pour 56 de mercure; on peut également se servir de la composition suivante : mercure, 53 parties: cadmium, 42 parties et bismuth 5 parties. Enfin, on peut supprimer le mercure et employer l'alliage suivant : cadmium 112 parties; bismuth 208 parties. La condition à réaliser par l'agglomérant est que sa température de volatilisation soit aussi basse que possible, pour éviter l'oxydation du tungstène pendant cette opération.

Pour obtenir le fil de tungstène aggloméré, on peut employer le filage ou le laminage et même l'étirage. Dans ce dernier cas, une tige de tungstène aggloméré peut être d'abord laminée avec des rouleaux cannelés, puis ensuite étirée à la filière; à condition que, pendant ces opérations, le tungstène soit maintenu à une température suffisante pour être ductile. On obtient ainsi, paraît-il, des fils plus homogènes et plus solides et par suite plus faciles à manier et de meilleure qualité.

Le montage des filaments dans la lampe et leurs connexions avec les fils servant de support et de conducteurs de courant se font en utilisant la plasticité du filament de tungstène chauffé; de telle sorte qu'on élimine ainsi toute matière intermédiaire susceptible de souiller le filament ou de détruire ultérieurement le vide. Les filaments sont montés autour d'une tige centrale de verre à l'extrémité supérieure de laquelle sont disposés radialement des fils de cuivre ou de nickel terminés par leur bout libre par une boucle en fil de tantale. Les filaments sont disposés sur ces boucles et leurs extrémités libres viennent s'engager dans les fils conducteurs en nickel ou en platine soudés à la base de la tige centrale de verre. La connexion entre les filaments et les fils conducteurs, tordus en spirale à leur extrémité libre de façon à former un petit logement cylindrique, se fait simplement en pressant la spirale qui contient le filament avec une pince chauffée un peu au-dessous du rouge naissant. Le joint ainsi obtenu a, paraît-il, toutes les qualités désirables.

Des appareils pour mouler les filaments dans la forme désirée sont décrits également dans ce procédé; nous renvoyons au brevet pour leur description, qui ne présente qu'un intérêt relatif.

Les auteurs mentionnent que les propriétés de plasticité à chaud signalés à propos du tungstène s'appliquent également au molybdène. A. Bainville.

---

## EXPOSITION INTERNATIONALE DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE

Nous donnons ci-après un plan du Palais de l'énergie avec l'emplacement des principaux exposants qui s'y trouvent réunis.

Nous publierons au fur et à mesure la description des appareils figurant dans les divers stands de l'Exposition et serons heureux de tenir nos lecteurs au courant de toutes les nouveautés susceptibles de les intéresser.

Nous nous bornons aujourd'hui à donner le programme des questions qui seront mises en discussion au prochain Congrès qui se tiendra à Marseille du 14 au 20 septembre 1908 :

### PREMIÈRE SECTION

**Règlementation.**

Rapport sur la comparaison de la législation française avec les lois similaires des pays étrangers. — M. *Ducreux*, avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Rapport sur les dispositions des traversées, par les lignes électriques, des routes, voies ferrées, lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux. — M. *Voisenat*, ingénieur en chef des Télégraphes.

Rapport sur les accidents causés aux tiers ou par les tiers, et sur les moyens de faire connaître au public et aux enfants des écoles le danger des lignes électriques et les conséquences que peut avoir la rupture des isolateurs, supports, etc., au point de vue de la sécurité de tous. — M. *Bougault*, avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Rapport sur la question des impôts et patentes de distributions d'énergie électrique. — MM. *Derise*, maître des requêtes honoraire au Conseil d'État, et *Bougault*, avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Rapport sur les conséquences de la nouvelle législation sur les autorisations et concessions antérieures. — M. *Payen*, avocat à la Cour d'Appel de Paris.

### DEUXIÈME SECTION

**Construction et protection des réseaux électriques.**

Rapport sur les isolateurs. — M. *Guido Semenza*, ingénieur à Milan.

Rapport sur les isolants industriels. — M. *N.*

Rapport sur les divers types de supports pour l'installation des lignes aériennes. — M. *Le Roy*, directeur à l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

Rapport sur les conducteurs aériens. — M. *Dusaugey*, directeur général du Sud-Électrique.

Rapport sur les câbles souterrains. — M. *de Marchéna*, ingénieur en chef de la Compagnie Thomson-Houston.

Rapport sur les dispositifs de protection, en cas de rupture, des conducteurs aériens. — M. *Daguerre*, directeur de la Société du Nord-Lumière.

Rapport sur la protection des réseaux contre les surtensions. — M. *Grosselin*, ingénieur civil des Mines.

Rapport statistique et descriptif sur les accidents causés par la foudre dans les réseaux de distribution. — M. *N.*...

### TROISIÈME SECTION

**Exploitation technique et commerciale.**

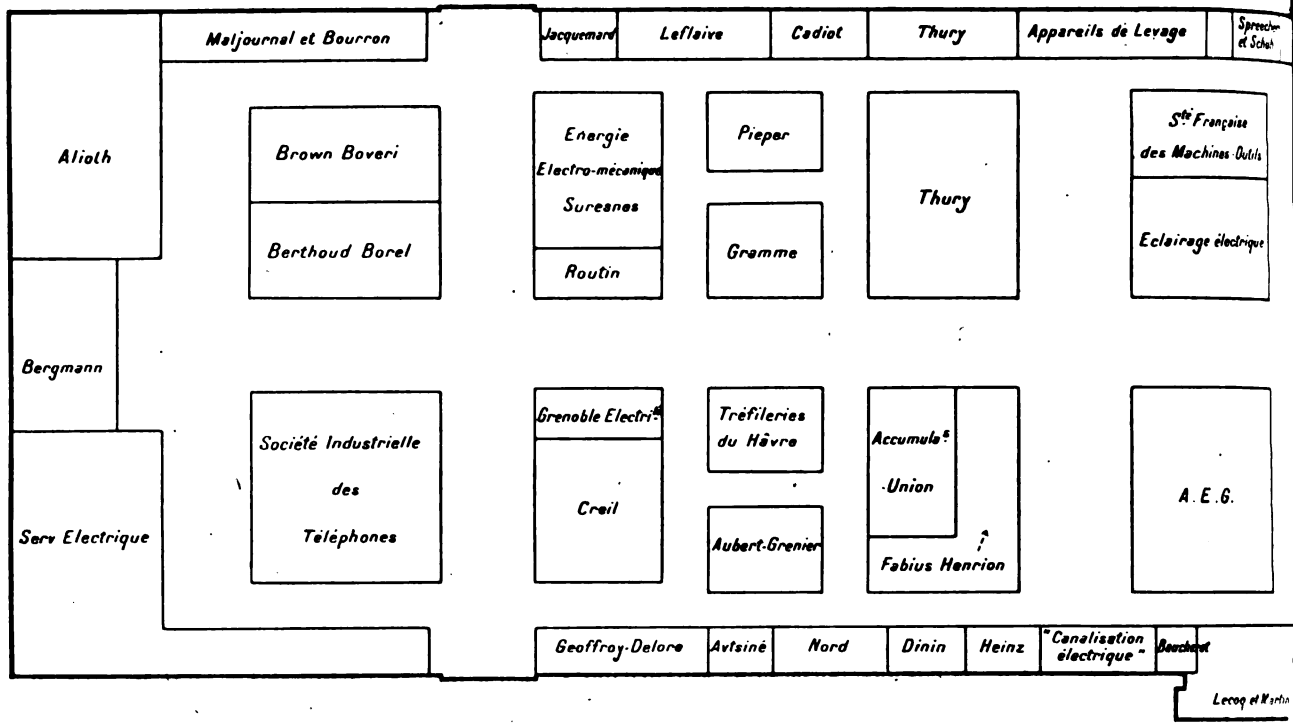
Rapport sur la comparaison des différents modes de transport d'énergie électrique. — M. *Boissonnas*, directeur de la Société Franco-Suisse, à Genève.

Rapport sur l'emploi des accumulateurs dans les distributions d'énergie électrique. — M. *Nissou*, directeur technique de la Société Tudor, à Lyon.

Rapport sur l'emploi de la terre comme partie d'un circuit électrique. — M. *Brylinski*, directeur de la Société Le Triphasé.

Rapport sur l'exploitation technique des réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique (surveillance, entretien des lignes, sécurité du personnel, réglementation, etc.).

Digitized by Google




— M. *Lépine*, administrateur délégué de la Société de Fure et Morge.

Rapport sur les communications téléphoniques au moyen des lignes établies sur les supports des conducteurs d'énergie électrique. — M. *G. Laporte*, directeur à l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

Rapport sur les différents systèmes de vente de l'énergie électrique. — M. *George*, chef du service commercial à la Compagnie de l'Ouest-Lumière.

Rapport sur les compteurs d'énergie électrique. — M. *Fabry*, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Rapport sur les diverses assurances applicables aux réseaux électriques. — M. *Doucerain*, assureur-conseil.

Rapport sur l'organisation des Sociétés de distribution d'électricité au point de vue économique et financier. — M. *Loucheur*, ingénieur-constructeur, ancien élève de l'École Polytechnique.

Rapport sur l'exécution des installations électriques à l'intérieur des bâtiments. — M. *Gaston Roux*, directeur du Bureau de contrôle des Installations électriques.

Rapport sur le prix de vente dans les grands réseaux de distribution selon la nature des usines d'alimentation (charbon, pétrole, eau, etc.). — M. *N*....

### QUATRIÈME SECTION
### Éclairage et applications domestiques.

Rapport sur les procédés d'éclairage électrique. — M. *A. Blondel*, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, professeur à l'École des Ponts-et-Chaussées.

Rapport sur les spécifications et la photométrie des lampes électriques. — M. *F. Laporte*, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité.

Rapport sur le chauffage électrique. — M. *Goisot*, ingénieur-constructeur.

### CINQUIÈME SECTION
### Applications à l'industrie, aux mines, à la traction et à l'agriculture.

Rapport sur l'emploi de l'énergie électrique dans les usines ateliers et manufactures. — M. *N*....

Rapport sur les conséquences économiques et sociales de la distribution d'énergie électrique à domicile. — M. *Barbillion*, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

Rapport sur les régulateurs automatiques et les servo-moteurs électriques. —, M. *Routin*, ingénieur-conseil, à Lyon.

Rapport sur la question de l'équipement électrique des mines. — M. *Brunswick*, ingénieur principal de la maison Bréguet.

Rapport sur la comparaison des différents systèmes de traction. — M. *Ed. Tissot*, vice-président de la Commission suisse d'Études pour la Traction électrique.

Rapport sur l'application de la traction électrique aux chemins de fer. — M. *Janin*, sous-inspecteur au Service électrique du Matériel et de la Traction de la Compagnie de l'Ouest.

Rapport sur les moteurs de traction. — M. *de Grièges*, ingénieur, chef de service à la Compagnie du Métropolitain de Paris.

Rapport sur les résultats d'exploitation des différents chemins de fer métropolitains. — M. *Léon Sagnet*, secrétaire général de la Compagnie du Métropolitain de Paris.

Rapport sur les méthodes d'essai du matériel de traction électrique. — M. *Parodi*, ingénieur de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans.

Rapport sur les signaux et appareils de commande électrique des chemins de fer. — M. *Cumont*, administrateur de la Compagnie des Signaux électriques.

Rapport sur la traction électrique sur les canaux. — M. *Legouez*, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, directeur de la Société parisienne pour l'Industrie des Tramways et Chemins de fer électriques.

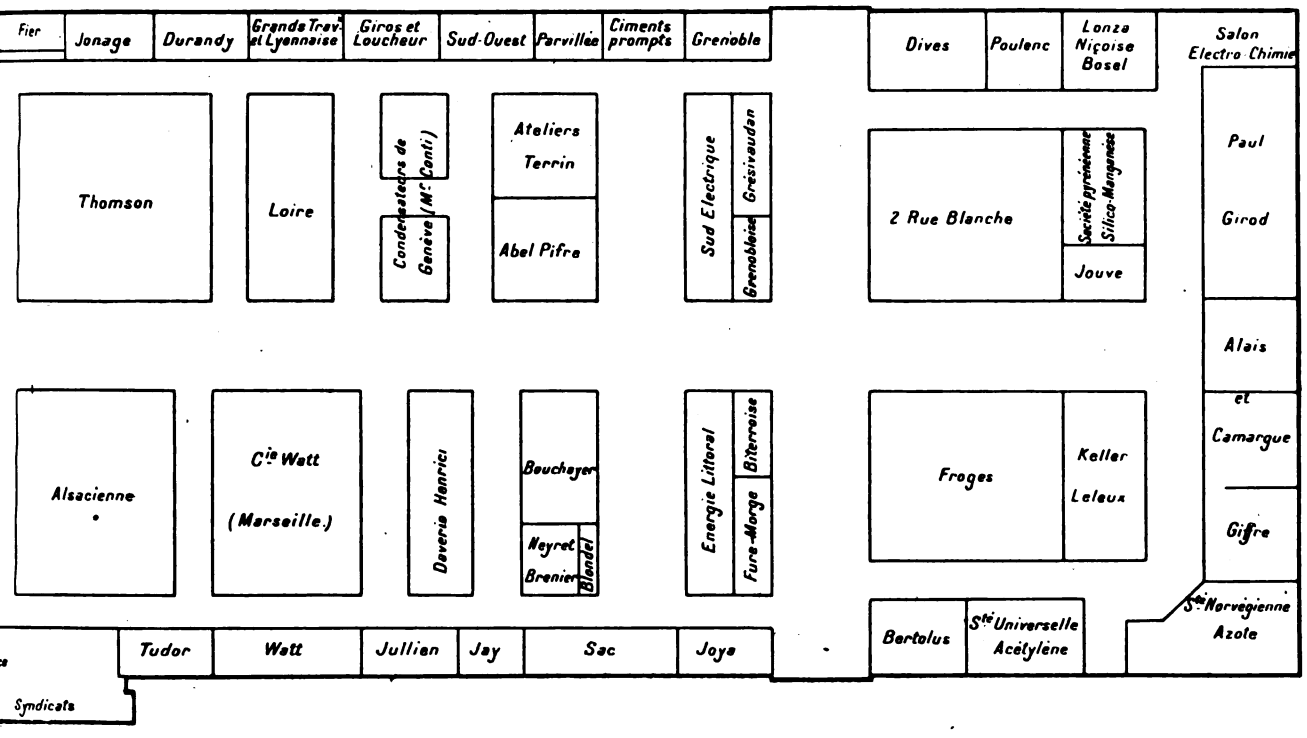
Rapport sur la culture électro-mécanique du sol. — M. *N*....

### SIXIÈME SECTION
### Electrochimie et Electrométallurgie.

Rapport sur la fixation de l'azote atmosphérique. — M. *Blondin*, directeur de la *Revue Électrique*.

Rapport sur l'état actuel de l'électrométallurgie. — M. *Gin*, administrateur délégué de la Société des Procédés Gin pour la Métallurgie électrique.

Digitized by Google




Rapport sur l'électrométallurgie du cuivre. — M. *Vuignier*, ingénieur civil des Mines, ingénieur-conseil pour les Mines, la Métallurgie et l'Industrie chimique.

Rapport sur l'état actuel de l'électrochimie. — MM. *Gall*, président de la Société des Carbures métalliques, et *Dony Esnault*, professeur d'électrochimie à l'École des Mines de Mons.

Rapport sur la préparation des colloïdes. — M. *N*....

Rapport sur l'emploi de l'aluminium. — M. *Badin*, directeur de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue.

## SEPTIÈME SECTION

### Télégraphie et Téléphonie.

Rapport sur la télégraphie sans fil. — M. *Ferrié*, capitaine du génie attaché à l'Établissement central de la Télégraphie militaire.

Rapport sur la téléphonie sans fil. — M. *C. Tissot*, lieutenant de vaisseau, professeur à l'École Navale.

Rapport sur l'état actuel de la téléphonie. — M. *Milon*, ingénieur des Télégraphes.

Rapport sur l'état actuel de la téléphonie sous-marine. — M. *Laroze*, ingénieur des Télégraphes.

Rapport sur l'état actuel de la télégraphie terrestre à grand rendement. — M. *Devaux-Charbonnel*, ingénieur des Télégraphes.

Rapport sur l'application des courants à fréquence élevée pour la transmission des signaux sur les lignes industrielles. — M. *Neu*, ingénieur-conseil.

## HUITIÈME SECTION

### Enseignement et Mesures.

Rapport sur les Écoles Électrotechniques. — MM. *Paul Janet*, directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité ; *H. Chaumat*, sous-directeur de l'École supérieure d'Électricité.

Rapport sur ce que doit être l'Ingénieur-Electricien. — M. *A. Blondel*, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, professeur à l'École des Ponts-et-Chaussées.

Rapport sur les appareils de mesures actuels. — M. *A. Durand*, chef des travaux au Laboratoire central d'Électricité.

Rapport sur l'organisation d'un Laboratoire industriel. — M. *H. Armagnat*, ingénieur-conseil, secrétaire général de la Société internationale des Électriciens.

Rapport sur la responsabilité des Écoles techniques en cas d'accidents aux élèves ou causés par les élèves. — M. *Adrien Carpentier*, professeur à l'École de Droit, avocat à la Cour d'Appel.

## NEUVIÈME SECTION

### Application à l'Hygiène et à la Médecine.

Rapport sur les accidents causés par l'électricité et les soins à donner aux personnes foudroyées. — M. *Jellinek*, de Vienne (Autriche).

Rapport sur la stérilisation des eaux et de l'air par les procédés électriques. — M. *Abraham*, maître de conférences à l'École normale supérieure.

Rapport sur les instruments de mesures électriques en radiothérapie. — M. *Villard*, docteur ès-sciences.

Rapport sur les quantitomètres en radiographie et en radiothérapie. — M *Guilleminot*, docteur en médecine, à Paris.

Rapport sur la production des courants de haute fréquence et de grande intensité et leur emploi en médecine. — MM. *Broca* et *Zimmern*, professeurs agrégés à la Faculté de Médecine de Paris.

Rapport sur l'action destructive de l'étincelle électrique sur les tissus. — M. *Keating Hart*, docteur en médecine, à Marseille.

Rapport sur l'emploi des tubes de Crookes de grande puissance. — M. *Bergonié*, professeur de physique biologique et d'électricité médicale à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Digitized by Google

ÉTUDE

DE LA

# TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les stations centrales tendent toutes à augmenter leur livraison annuelle d'énergie, sans pour cela faire monter beaucoup la pointe maximum de leur courbe de charge. L'éclairage des locaux particuliers, avec sa durée d'utilisation relativement grande, offre un excellent moyen de prolonger la charge du soir, et d'empêcher ainsi la chute brusque de la courbe. Pendant l'été, l'éclairage des habitations exige une certaine quantité d'énergie, tandis que l'éclairage des locaux industriels et commerciaux n'en absorbe alors presque pas.

Un autre moyen d'accroître la fourniture d'énergie électrique est de vendre le jour de l'énergie motrice.

La Commission allemande des tarifs a fait remarquer combien il est important, dans la tarification de l'énergie, de faire intervenir la durée d'utilisation. Jusqu'ici, la détermination de cette durée d'utilisation était faite en divisant le nombre de kw-h fournis annuellement, par le nombre de kw installés. Cette manière de procéder ne tient pas du tout compte des conditions particulières et est injuste pour un grand nombre de clients, pour l'éclairage des particuliers, par exemple. Les difficultés inhérentes au système, le contrôle des installations particulières, rend le service inapplicable pour les grandes centrales.

Au lieu de prendre comme base la puissance installée, on se rapproche déjà plus des conditions d'exploitation normales, en prenant comme base la charge maximum atteinte.

Cette idée a été émise en premier lieu par Wright, en Angleterre, et, malgré les nombreux essais entrepris avec le système, il n'a été appliqué que dans très peu de centrales, et encore pour disparaître bientôt. Le calcul n'a sa raison d'être que quand la charge maximum de la centrale est égale à la somme des maxima de l'ensemble des clients. Cela supposerait donc que les besoins de tous les clients sont semblables. Au lieu de prendre comme base du calcul le maximum absolu, on construit actuellement, d'après les données de Agthe, des appareils enregistrant la consommation maximum pendant un quart d'heure.

Mais cette atténuation du système Wright ne fait que l'améliorer un peu et n'en enlève pas tous les défauts. On admet encore que tous les clients ont des besoins analogues. Cette supposition n'est pas du tout exacte dans la plupart des cas. Afin de bien faire voir les différences des conditions de fourniture aux divers clients, l'auteur les divise en catégories, comme il suit :

(1) Th. Gruber, *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 13, du 26 mars 1908.

1° *Lampes.* — *a.* Éclairage des habitations particulières; *b.* Éclairage commercial (magasins, restaurants, bureaux, ateliers, etc.);

2° *Moteurs.* — *a.* A service intermittent (petits ateliers, bouchers, boulangers, serruriers, *b.* A service continu.

Les moteurs avec service intermittent sont rationnellement tarifés d'après le double tarif, de sorte qu'ils peuvent être laissés de côté dans l'étude présente et qu'il ne reste que :

1° L'éclairage des habitations particulières;

2° L'éclairage commercial;

3° Les moteurs à service continu.

En moyenne, le maximum de charge de la centrale a lieu dans les soirées de décembre de 5 heures 1/2 à 8 heures, et on reconnaît à la chute brusque de la courbe de consommation, que l'éclairage des magasins avec sa charge élevée et sa courte durée est la cause principale de ce maximum de la centrale. On pourrait donc, avec quelque justice, prétendre que l'on devrait tarifer cet éclairage d'après sa demande maximum; mais, comme on le verra, on a un autre moyen de tenir compte de sa courte durée, de sorte que l'on arrive à une tarification rationnelle.

Il est douteux, en tout cas, que les autres éclairages commerciaux, restaurants, cafés, théâtres, contribuent avec leurs maxima particuliers au maximum de la station centrale.

Comment se comporte l'éclairage des habitations particulières?

L'éclairage des habitations ne contribue pas, avec son maximum d'installation, au maximum de la centrale, car la charge la plus élevée (pour des réceptions exceptionnelles, fêtes, réunions, etc.), ne se produit qu'à 8 heures ou après 8 heures, c'est-à-dire après que le maximum a été atteint à la centrale. En outre, dans la plupart des cas, la charge la plus élevée pour un éclairage particulier ne se produit pas avant la Noël, mais bien plus tard, pendant les jours de fête, ou bien au moment des réceptions de janvier à mars. Le maximum de charge d'un éclairage particulier ne tombe donc pas en général à la même heure que le maximum de la centrale ni même à la même époque.

Il n'est donc pas rationnel que la station taxe l'éclairage d'habitation d'après la charge maximum constatée, et le client, d'autre part, considère une telle manière de faire comme purement arbitraire pour avoir un soir, à une occasion quelconque, allumé plus de lampes qu'à l'ordinaire. Le Dr Kallmann qualifie cette manière de procéder de manque d'égards de la station centrale vis-à-vis du consommateur. Une telle façon d'agir est en opposition directe avec le but à atteindre, d'obtenir que les lampes soient allumées le plus possible.

Le Dr Siegel, dans son ouvrage sur la tarification de vente de l'électricité, s'élève également contre l'idée que le maximum de charge d'une installation particulière influe sur le maximum de la station; on peut très bien se représenter un maximum pour la station centrale sans

Digitized by Google

qu'aucun des éclairages des habitations particulières ait atteint son maximum particulier.

Les modes de calcul indiqués, en prenant pour base la puissance installée ou la charge maximum constatée sont donc injustes, tant pour la centrale, que pour le client. Comme, en outre, la durée admise est une valeur calculée, qui ne correspond pas à la durée vraie, ces tarifs sont incompréhensibles pour le client. Il ne comprend qu'un tarif, celui qui se base sur les heures vraies de fonctionnement, les heures normales.

Il reste à se demander si, pour des groupes de clients, on peut parler de durée normale d'allumage, et dans le cas de l'affirmative, quels sont les moyens à employer pour l'établir.

L'auteur indique une méthode pour déterminer cette durée normale.

*Éclairage.* — Si l'on additionne les durées d'éclairage annuel à partir de 7 heures du matin, on obtient les nombres suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Heures annuelles d'éclairage jusqu'à | 8 | heures du soir . . | 550 à 750 |
| — | 9 | — . . | 800 à 1000 |
| — | 10 | — . . | 1100 à 1300 |
| — | 11 | — . . | 1400 à 16 0 |

Ces chiffres sont des moyennes, car les valeurs vraies dépendent de considérations locales, situation géographique, etc.

Par exemple, dans une ville où les magasins ferment à 8 heures le soir, on peut admettre assez approximativement qu'un homme d'affaires a utilisé son installation 600 heures; si la fermeture a lieu à 9 heures, l'utilisation a été de 900 heures. Les locaux d'affaires des banques, les bureaux, etc., ferment déjà à 7 heures, mais cependant les besoins de lumière y sont considérables et on allume relativement de bonne heure, de sorte que l'on peut compter pour eux une durée d'allumage de 600 à 700 heures.

L'éclairage particulier dure jusqu'à 10 ou 11 heures, et la durée réelle d'allumage est de 1200 à 1500 heures.

On peut donc fixer pour chaque groupe une durée moyenne comprise entre certaines limites : pour l'éclairage commercial, entre 500 et 1000 heures; pour l'éclairage particulier, au delà de 1200 heures. Une exception pour l'éclairage commercial est constituée par les restaurants et cafés, dont la durée d'éclairage annuel atteint au moins 1500 heures.

Cette durée annuelle est la durée normale annuelle. Si l'on divise le nombre annuel de kilowatts-heure par cette durée, on obtient ce que l'on peut désigner par la charge moyenne normale annuelle.

Il est intéressant de déterminer quelle est la valeur de cette charge normale par rapport à la charge correspondant aux appareils installés.

Le tableau suivant donne des renseignements à ce sujet. Les installations désignées sous les nos de 1 à 15 sont des éclairages particuliers, de 16 à 24 des bureaux, et 25 et 26 des banques.

| NUMÉRO. | NOMBRE DE LAMPES INSTALLÉES | | PUISSANCE INSTALLÉE EN KW. | CONSOMMATION ANNUELLE EN KW-H. | | CHARGE NORMALE EN KW. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | INCAND. | ARC. | | 1904. | 1905. | 1904. | 1905. |
| 1 | 19 | » | 0,95 | 91 | 108 | 0,06 | 0,072 |
| 2 | 25 | » | 1,25 | 358 | 387 | 0,24 | 0,26 |
| 3 | 26 | » | 1,3 | 328 | 320 | 0,218 | 0,213 |
| 4 | 29 | » | 1,45 | 481 | 478 | 0,32 | 0,32 |
| 5 | 43 | » | 2,15 | 232 | 366 | 0,154 | 0,24 |
| 6 | 38 | » | 1,9 | 419 | 451 | 0,28 | 0,29 |
| 7 | 57 | » | 2,85 | 303 | 325 | 0,2 | 0,215 |
| 8 | 65 | » | 3,25 | 332 | 368 | 0,22 | 0,245 |
| 9 | 71 | » | 3,55 | 708 | 670 | 0,47 | 0,45 |
| 10 | 77 | » | 3,85 | 202 | 243 | 0,135 | 0,16 |
| 11 | 74 | » | 3,7 | 558 | 481 | 0,37 | 0,32 |
| 12 | 81 | » | 4,05 | 400 | 513 | 0,27 | 0,34 |
| 13 | 108 | » | 5,4 | 867 | 1111 | 0,58 | 0,74 |
| 14 | 110 | » | 5,5 | 601 | 721 | 0,41 | 0,48 |
| 15 | 136 | » | 6,8 | 748 | 765 | 0,5 | 0,51 |
| 16 | » | 6 | 1,32 | 1516 | 1609 | 1,69 | 1,79 |
| 17 | » | 5 | 1,76 | 1491 | 1254 | 1,66 | 1,39 |
| 18 | 2 | 5 | 1,87 | 1403 | 1307 | 1,56 | 1,45 |
| 19 | 37 | 4 | 3,08 | » | 1198 | » | 1,33 |
| 20 | 30 | 5 | 3,96 | 2649 | 2573 | 2,94 | 2,86 |
| 21 | 40 | 4 | 6,7 | 22.7 | 2426 | 2,48 | 2,7 |
| 22 | 53 | 14 | 6,82 | 3782 | 5266 | 4,2 | 5,9 |
| 23 | 105 | 10 | 9,24 | 3712 | 3756 | 4,1 | 4,15 |
| 24 | 49 | 20 | 9,68 | 3705 | 4710 | 4,1 | 5,25 |
| 25 | 95 | » | 5,28 | 2555 | 2589 | 4,0 | 4,0 |
| 26 | 120 | » | 7,20 | 2500 | 3056 | 3,9 | 4,7 |

On a admis comme durée normale annuelle d'allumage, pour l'éclairage des habitations particulières (nos 1 à 15), 1500 heures; pour les bureaux (16 à 24), 900 heures; pour les banques (25 et 26), 650 heures. On voit, d'après ce tableau, les différences entre les divers groupes; on reconnaît que le rapport de la charge moyenne normale à la puissance installée est bien plus élevé pour l'éclairage commercial; un négociant n'installe que le nombre de lampes strictement nécessaire, tandis que la commodité entraîne l'installation dans les maisons particulières de nombreuses lampes rarement utilisées.

L'éclairage des hôtels constitue une moyenne entre les deux, toutes les lampes ne fonctionnent pas simultanément, et le compteur peut être choisi pour une puissance inférieure à celle installée.

Ces considérations montrent combien il est défectueux d'avoir un tarif pour lequel on ne considère que la puissance installée, car les conditions de fonctionnement sont par trop différentes.

Le tableau suivant donne pour des éclairages particuliers la puissance du compteur à choisir et la charge moyenne en pour 100 de ce dernier.

| NOMBRE DE LAMPES INSTALLÉES. | NOMBRE DE LAMPES ALLUMÉES NORMALEMENT. | CALIBRE DU COMPTEUR EN LAMPES. | CHARGE NORMALE DU COMPTEUR EN CENTIÈMES. |
|---|---|---|---|
| 10 | 1 à 2 | » | » |
| 20 | 2 à 4 | 16 | 13 à 25 |
| 40 | 4 à 5 | 30 | 13 à 17 |
| 60 | 6 à 7 | 45 | 13 à 16 |
| 80 | 7 à 8 | 60 | 12 à 13 |
| 100 | 9 à 10 | 70 | 13 à 14 |
| au-dessus de 100 | 10 à 15 | 80 et plus | 12 et plus |

Digitized by Google

On peut admettre pour des éclairages particuliers, que le maximum de charge, très rare, est de 75 pour 100 de la puissance installée, et que la puissance du compteur doit être choisie pour cette charge. La charge normale pour l'éclairage particulier commence pour le 12 à 13 pour 100 de la puissance du compteur.

Si donc l'on enregistre le temps pendant lequel l'installation a fonctionné à sa charge moyenne normale ou à une charge supérieure, c'est-à-dire celle correspondant à une indication du compteur supérieure à 12 pour 100, on aura constaté les véritables conditions de fonctionnement.

Il suffira donc de faire en sorte que, tant que le compteur marque 12 pour 100 et plus, un mouvement d'horlogerie soit libéré et totalise la durée totale de la charge atteignant ou dépassant ces 12 pour 100.

La fixation de la charge de 12 pour 100 n'est naturellement pas mathématiquement exacte et, en pratique, on peut prendre comme valeur de la charge normale moyenne pour l'éclairage particulier, 10 pour 100 de la puissance maximum du compteur. Cette manière de faire empêche que l'on puisse augmenter artificiellement la durée de la charge normale moyenne, en laissant par exemple une lampe constamment allumée.

Dans le cas d'un éclairage commercial, nous avons vu que la puissance du compteur doit correspondre à celle installée. D'après le tableau, on voit que la charge moyenne normale est de 30 pour 100 de la puissance du compteur, de sorte que le temps total pendant laquelle la charge a cette valeur ou lui est supérieure doit être enregistrée.

*Énergie motrice.* — On peut procéder d'une manière analogue pour la puissance motrice, et on arrive au résultat que la charge moyenne normale est environ 30 à 40 pour 100 de la puissance du compteur, qui est presque toujours égale à la puissance installée.

Il faut maintenant fixer la valeur de l'énergie pour la charge normale. La valeur fixe doit être comprise entre celle du kw correspondant à l'ensemble de la puissance installée et celle du kw correspondant au maximum de la centrale. Dans chaque cas, ces valeurs doivent être établies suivant les circonstances locales.

Par exemple, si, pour une centrale, la partie fixe du prix annuel d'un kw rapportée au maximum de la centrale est de 375 fr, et celle du kw rapportée à la puissance installée de 125 fr, on aura une approximation suffisante, en admettant 325 fr pour le kw à la charge normale. Si, pour cette centrale, le prix additionnel par kw-h est de 4,75 centimes, on arrive à déterminer le prix de vente du kw-h pour une durée de charge moyenne donnée. On arrive ainsi à une tarification facile à comprendre pour le consommateur, ce qui est très important. La durée est donnée par une horloge, et il n'y a plus qu'à faire un tableau donnant, par exemple, pour des durées annuelles variant de 50 en 50 heures, le prix de vente du kw-h.

Par exemple, pour le cas ci-dessus, on aurait les chiffres suivants :

| Durée annuelle en heures. | Centimes par kw-h. |
|---|---|
| 500 | 69,75 |
| 1000 | 37,25 |
| 1500 | 26,41 |
| 2000 | 21,00 |

On voit que l'éclairage particulier, avec un tarif ainsi conçu, deviendrait bon marché, ce qui ne peut que provoquer son essor.

L'auteur conseille l'emploi d'un compteur automatique, analogue à un distributeur, pour les installations inférieures à 10 lampes, et de renoncer ainsi pour celles-ci à faire intervenir dans le prix la durée annuelle d'allumage, afin d'éviter une comptabilité énorme, vu le grand nombre de petits clients. Il conseille également l'emploi de compteurs de quantité, dans le cas où l'installation ne comporte que des lampes à incandescence. F. L.

---

## DIPLEX RÉALISABLE AU MOYEN DES APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES ORDINAIRES

Les différents procédés de duplex et de diplex préconisés ou employés jusqu'ici, le duplex par pont de Wheatstone, celui par la méthode différentielle, les diplex Edison et autres, notamment, comportent, comme on le sait, l'usage de dispositifs spéciaux que l'on peut ne pas avoir sous la main dans des bureaux secondaires non outillés pour ces applications.

Le travail duplex a, en outre, l'inconvénient d'exiger, entre les lignes télégraphique et artificielle, une balance qu'il n'est pas toujours aisé de maintenir.

Je me suis demandé si l'on ne pourrait *réaliser sans avoir à prendre de balance des communications doubles en n'employant que les appareils habituellement utilisés pour le travail simple*; la solution suivante me paraît présenter quelque intérêt; quoique de la plus grande simplicité, elle n'est pas, que je sache, décrite dans les manuels en usage.

Le montage de l'installation est montré schématiquement, dans sa forme la plus simple, et pour le cas de la télégraphie par Morse ou par Sounder, à la figure ci-dessous.

On voit facilement que les postes 1 et 2 peuvent transmettre simultanément ou isolément, et dans une parfaite indépendance, le premier au poste 3 et le second au poste 4, que ces deux derniers soient ou non dans le même bureau.

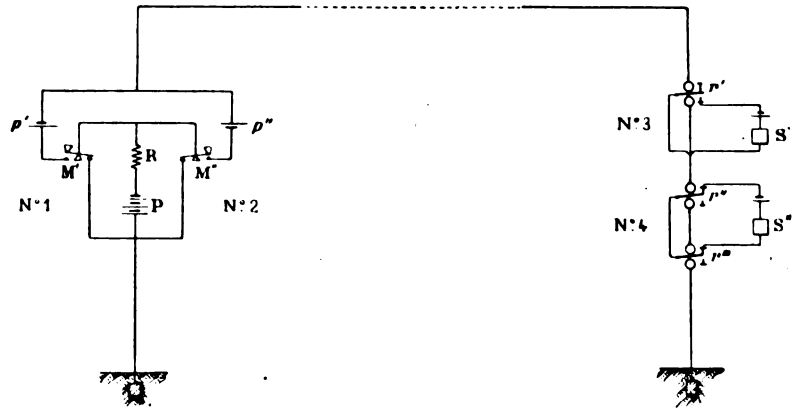
En effet, quand on abaisse le manipulateur M′ en 1, une émission positive faible due à $p'$ se fait sur la ligne et le relais $r'$ est actionné, provoquant ainsi le fonctionnement de S′; quant à la pile P, elle est court-circuitée du côté de 2 par M″.

Digitized by Google

Quand M″ est abaissé, en 2, la ligne est parcourue par un courant négatif dû à $p''$ ; P est court-circuitée du côté de 1 par M′; le relais polarisé $r''$ de 4, actionné, coupe le circuit local et S″ fonctionne.

Si M′ et M″ sont abaissés simultanément, la pile P n'est plus court-circuitée d'aucun côté, elle produit un courant fort qui fait fonctionner $r'$ et $r''$, et, comme conséquence, S′ et S″.

Si le déplacement de M′ se fait alors que M″ est déjà sur butoir de pile, un renversement brusque de courant se produit; toutefois, l'armature de $r'''$ quittant le butoir de repos avant que celle de $r''$ soit revenue contre le sien,




Diplex réalisé avec des appareils télégraphiques ordinaires.

M′ et M″ y sont deux manipulateurs ordinaires. — P, une forte pile mise à la terre par son pôle négatif. — $p'$ et $p''$, deux piles plus faibles connectées, comme il est montré, au fil de la ligne, respectivement par leur pôle positif et leur négatif. — R, une résistance de quelques centaines d'ohms, constituée, par exemple, par un appareil momentanément inemployé. — $r'$, un relais polarisé fonctionnant pour des émissions positives faibles. — S′, un sounder dont l'armature est attirée chaque fois que le courant local est établi par $r'$. — $r''$, un relais polarisé fonctionnant pour des émissions négatives faibles. — $r'''$, un relais, polarisé ou non, ne fonctionnant que pour des émissions positives fortes. — S″, un sounder inversé, c'est-à-dire disposé pour donner le choc le plus fort contre le butoir supérieur, commandé en local par les relais $r''$ et $r'''$, lesquels sont disposés de façon *à couper* le circuit local chaque fois que l'armature de l'un ou l'autre d'entre eux est attirée.

le circuit local de 4 n'est point fermé et, partant, le signal donné par S″ n'est pas interrompu.

On doit constater que *la résistance* R *est quelconque et, quant aux sources* p′, p″ *et* P, *que leurs grandeurs relatives sont indépendantes de la résistance de la ligne.*

Appelons $Q$ la résistance totale du circuit (les variations qu'y occasionne l'inégalité des résistances des différentes piles est négligeable vis-à-vis de la résistance totale); représentons par $p'$, $p''$, $P$ les forces électromotrices des piles ($p' = p''$) et supposons que $\frac{p'}{Q} = \frac{p''}{Q} = i$ soit l'intensité minima nécessaire pour provoquer le fonctionnement de $r'$ et $r''$; $r'''$ demandant, lui, un courant $I$, qui peut être (il n'y a là qu'une simple question de réglage) $1\,1/2\,i$ ou $2\,i$, par exemple.

La seule condition à laquelle il faut satisfaire est que, dans le cas le plus défavorable (c'est-à-dire quand, M′ étant à mi-chemin entre les deux butoirs, $p''$ et $P$ sont en opposition dans le circuit), le courant soit assez fort pour mettre $r'''$ en fonctionnement; autrement dit, que l'on ait :

$$\frac{P - p''}{Q} \geqq I$$

ou

$$\frac{P - p''}{Q} \geqq \frac{3i}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{3}{2}\frac{p''}{Q}.$$

D'où :

$$2P - 2p'' \geqq 3p''.$$

$$P \geqq \frac{5p''}{2}.$$

Pour la facilité et pour toute garantie, on prendra :

$$P = 3p'' = 3p'$$

(ce qui correspond à $I = 2i$), c'est-à-dire que l'on formera la pile principale d'un nombre d'éléments triple de celui des piles faibles.

*Cette proportion permettra de travailler avec des postes de tout éloignement.*

Il ne semble pas, au surplus, qu'un empêchement existe pour adapter cette méthode à l'appareil Hughes et, d'une façon générale, aux instruments fonctionnant avec des courants continus.

HENRY.

## ÉLECTRODES POUR LAMPES A ARC

Au cours d'une récente réunion de l'*American Institute of Electrical Engineers*(1), M. A. Cornwell a fait une intéressante communication sur les électrodes employées actuellement pour l'éclairage à arc; nous en donnerons ici un résumé.

M. Cornwell a classé les électrodes en trois catégories : 1° les électrodes en charbon proprement dites, 2° les électrodes en charbon minéralisé, 3° les électrodes métalliques ou à oxydes métalliques.

(1) *Electrical Engineer* du 29 mai 1908.

Digitized by Google

Les électrodes en charbon sont les plus anciennes. On sait qu'elles permettent d'obtenir des arcs stables à des tensions relativement basses; cette propriété, jointe à leur prix peu élevé, en forme les principaux avantages.

La seconde classe est bien connue sous le nom de charbons minéralisés ou imprégnés. Tantôt les sels minéraux sont placés au centre du charbon à la façon d'une mèche, tantôt ils sont intimement mélangés avant la cuisson à la pâte de charbon servant à faire l'électrode. Les sels minéraux les plus employés sont des silicates, chlorates, phosphates, de la magnésie et des borates de soude ou de potasse. Pour diminuer la combustion et l'usure des électrodes, on recommande les silicates, chlorates, phosphates ainsi que l'acide borique, tandis que pour augmenter la conductibilité de l'arc on emploie des borates de soude et de potasse ou même simplement de l'acide borique. La luminosité de l'arc est considérablement accrue si l'on emploie des sels de chaux, particulièrement les phosphates. On arrive ainsi à introduire dans la pâte de charbon environ 7 pour 100 de son poids de sels minéraux. Dans ces conditions l'arc examiné au spectroscope ne donne pas le spectre d'un corps solide chauffé mais celui d'un gaz chaud, on y voit très nettement toutes les raies des métaux qui imprègnent les électrodes.

Les électrodes de la troisième catégorie sont constituées par des oxydes métalliques; en principe leur emploi consiste à combiner des oxydes possédant de grandes propriétés lumineuses avec d'autres oxydes n'en possédant pas, la présence de ces derniers étant justifiée par leur meilleure conductibilité électrique.

On utilise aussi des électrodes formées de métaux purs, tels que le fer ou le cuivre, lorsque l'on cherche à obtenir certaines couleurs.

Parmi les oxydes, la magnétite et l'hématite sont couramment employées; les oxydes de titane donnent une très belle lumière, malheureusement ils sont très peu conducteurs à la température ordinaire.

On sait que la lumière des lampes à charbon minéralisés ou à magnétite émane surtout de l'arc lui-même; c'est à tel point qu'à la suite d'essais faits au Laboratoire central de New-York sur une lampe à arc à flamme de Koerting et Mathiesen comparativement à une lampe à vase clos ordinaire absorbant 5 ampères sous 110 volts, on a obtenu un flux lumineux total *cinq* fois plus grand avec l'arc à flamme qu'avec l'arc à vase clos pour la même dépense d'énergie.

Malgré ce, l'arc à flamme présente certains inconvénients très appréciables pour les Américains qui emploient beaucoup les arcs à vase clos; on lui reproche d'exiger plus de manipulations soit pour le remplacement des électrodes soit pour le nettoyage; de plus ces arcs doivent être placés assez haut et les lampes qui l'emploient sont d'un prix relativement élevé.

Dans l'arc à magnétite, l'électrode négative est généralement constituée par des oxydes de titane, de chrome, et de la magnétite; l'électrode positive employée dans ce cas est métallique, c'est le plus souvent une baguette de cuivre rouge.

L'arc à magnétite donne une très bonne répartition de la lumière, son rendement est de plus excellent et ses électrodes durent longtemps. On peut compter sur une durée de 175 heures environ pour l'électrode en magnétite tandis qu'un arc à vase clos absorbant la même quantité d'énergie nécessiterait un remplacement des charbons au bout de 100 à 125 heures. L'électrode de cuivre de l'arc à magnétite est presque inusable, on compte en général sur une durée de 3000 heures. Le seul inconvénient sérieux qu'il présente est de nécessiter du courant continu.

De même que l'éclairage à incandescence a pris un nouvel essor par l'emploi des filaments métalliques, de même les grands foyers lumineux utilisant l'arc voient peu à peu leur rendement s'améliorer grâce à d'incessants perfectionnements. A. S.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 18 mai 1908.*

**Sur le profil des masses polaires de dynamos.** — Note de M. Paul Girault, présentée par M. Mascart. — Nous nous proposons de trouver le profil des masses polaires donnant le minimum de courants de Foucault à la périphérie de l'induit pour un flux $\Phi$ déterminé issu de chaque masse.

Les abscisses $x$ expriment les longueurs prises à la périphérie développée de l'induit à partir d'une origine correspondant au milieu d'un intervalle polaire; les inductions dans l'entrefer sont désignées par $y = \mathfrak{B}$, les longueurs d'entrefer simple correspondantes par $\delta$.

$l$ étant la longueur de la masse parallèlement à l'axe de rotation et $x_1$ l'abscisse correspondant au milieu de la masse, la condition de flux constant s'exprime par

$$\Phi = 2l \int_0^{x_1} y \, dx. \qquad (1)$$

La perte par courants de Foucault dans un élément de la périphérie de l'induit passant de 0 à $2x_1$ est

$$W = 2k \int_0^{x_1} \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 dx,$$

en désignant par $k$ une constante.

Nous cherchons la fonction $y$ rendant $\frac{W}{2k}$ minimum tout en respectant la condition (1).

Pour cela, nous faisons subir à $y$ une variation $\delta y$; il en résulte pour $\frac{W}{2k}$ (en négligeant un infiniment petit d'ordre supérieur) une variation

$$\delta \frac{W}{2k} = 2 \int_0^{x_1} \frac{dy}{dx} \frac{d\delta y}{dx} \, dx.$$

Digitized by Google

Intégrant par partie,

$$\delta \frac{W}{2k} = 2\left(\frac{dy}{dx}\delta y\right)_0^{x_1} - 2\int_0^{x_1} \frac{d^2y}{dx^2}\delta y\, dx.$$

Le premier terme du second membre est nul à la fois pour $x=0$ (puisque alors $y=0$) et pour $x=x_1$ (puisque alors, $y$ étant maximum, $\frac{dy}{dx}=0$). Il reste donc,

$$\delta \frac{W}{2k} = -2\int_0^{x_1} \frac{d^2y}{dx^2}\delta y\, dx.$$

La perte sera minimum lorsque sa variation sera nulle, c'est-à-dire pour

$$\int \frac{d^2y}{dx^2}\delta y\, dx = 0. \qquad (2)$$

Mais de l'équation de liaison (1) il résulte que, $\Phi$ étant constant, sa variation est nulle

$$\int \delta y\, dx = 0. \qquad (3)$$

Et l'on voit aussitôt que la condition (2) est satisfaite, puisqu'elle se ramène alors à (3), si

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \lambda,$$

$\lambda$ étant une constante.

Intégrant, en tenant compte de ce que

$$y = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0$$

et que

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{pour} \quad x = x_1,$$

on obtient

$$y = \mathfrak{B} = \frac{3\Phi}{2lx_1}\frac{x}{x_1}\left(1 - \frac{x}{2x_1}\right).$$

Or, si nous désignons par $\mathfrak{B}_{moy}$ l'induction constante qui procurerait le même flux $\Phi$ pour une longueur constante d'entrefer $\Delta$ et la même force magnétomotrice d'entrefer $\mathcal{F}_e$, nous obtiendrons

$$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}_{moy}} = 3z\left(1 - \frac{z}{2}\right), \qquad (4)$$

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{3}\frac{1}{z\left(1 - \frac{z}{2}\right)}, \qquad (5)$$

en posant

$$z = \frac{x}{x_1}, \quad \text{et} \quad \mathfrak{B}_{moy} = \frac{\Phi}{2lx_1} = \frac{\mathcal{F}_e}{2\Delta}.$$

Il est facile de déduire des équations (4) et (5) un tableau d'application générale et des courbes donnant les valeurs de $\left(\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{B}_{moy}}\right)$ et de $\left(\frac{\delta}{\Delta}\right)$ en fonction de $z$.

**Sur la recombinaison des ions dans les diélectriques.** — Note de M. P. Langevin (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques.** — Note de M. C. Limb. — Un alternateur triphasé, de faible puissance, 10 kv-a, sous 110-120 v, à 50 p:s., a été utilisé pour ces expériences. Une batterie de six soupapes électrolytiques, à lames d'aluminium, était montée sur les trois bornes du courant triphasé. Le circuit inducteur de l'alternateur pouvait être alimenté, par le jeu d'un commutateur bipolaire à deux directions, soit par une distribution à courant continu sous 220 volts, soit par le côté *courant redressé* de la batterie de six soupapes. Dans le circuit inducteur était intercalé le rhéostat de champ ou rhéostat d'excitation.

L'alternateur étant mis en vitesse, si le commutateur était monté sur les soupapes, l'excitation de l'alternateur ne se produisait pas spontanément; mais il suffisait d'exciter d'abord, un peu fortement, par le courant continu, et d'inverser brusquement le commutateur, pour voir la tension induite, après une chute instantanée presque à zéro, remonter rapidement jusqu'à plus de 120 volts, suivant la position du rhéostat. Ce phénomène se produisait à l'allure d'une dynamo-shunt, à courant continu, dont on ferme le circuit d'excitation.

A ce moment, l'alternateur triphasé fonctionnait en auto-excitation, par l'intermédiaire des soupapes électrolytiques. On pouvait faire varier la tension commodément, et dans de grandes proportions, jusqu'à 200 volts environ, par le simple jeu du rhéostat d'excitation, absolument comme dans le cas d'une dynamo-shunt à courant continu. L'alternateur a pu être mis en pleine charge, partie sur des résistances non inductives, partie sur une série de moteurs triphasés asynchrones. Le débit faisait naturellement baisser la tension, mais il était aisé de la remonter par le jeu du rhéostat. Bien entendu la variation de tension, due à une variation de débit, était plus grande que dans le cas ordinaire de l'excitation indépendante; mais c'est également ce qui se produit avec les dynamos à courant continu; le fait est bien connu et d'ailleurs bien évident.

Il existe cependant une différence avec les machines à courant continu : c'est qu'il est nécessaire que le magnétisme rémanent de l'inducteur ait une valeur suffisante pour que l'alternateur s'amorce spontanément, sans avoir recours à l'artifice que j'ai dû employer : excitation préalable sur courant continu et inversion brusque du commutateur.

Cela s'explique aisément. Dans les génératrices à courant continu, surtout les machines de construction moderne à faible entrefer, le moindre flux magnétique rémanent suffit à déterminer un courant dans le circuit inducteur, courant surexcitant les pôles et déterminant ainsi l'auto-excitation; mais avec les alternateurs, il faut que ce flux rémanent engendre une force électromotrice suffisante pour vaincre la force électromotrice de polarisation des deux soupapes, qui se trouvent toujours montées en tension, et donner ainsi un courant redressé, capable de surexciter les pôles. Or l'alternateur que j'ai employé ne produisait guère plus de 1 volt à sa vitesse normale de 1500 t:m, par le seul magnétisme rémanent de son inducteur.

J'ai voulu faire une détermination du magnétisme nécessaire, pour cette machine. J'ai utilisé, dans ce but,

Digitized by Google

quelques spires inductrices indépendantes, animées par un courant auxiliaire pris par une source continue; l'enroulement inducteur principal était branché sur le côté *courant redressé* des soupapes. J'ai observé qu'il fallait faire croître le courant continu auxiliaire jusqu'à l'obtention de 10 volts alternatifs environ (tension composée). A ce moment, spontanément, la tension s'élevait avec une rapidité croissante, jusqu'à 200 volts environ, si le circuit inducteur se trouvait dépourvu de rhéostat. On pouvait, dès que l'auto-excitation se produisait nettement, supprimer le courant continu auxiliaire : la tension continuait à s'élever jusqu'à sa valeur limite : 200 volts environ.

Rien ne serait donc plus facile que d'obtenir ce résultat, en constituant les noyaux inducteurs d'un alternateur avec de l'acier à aimant trempé ou comprimé, ou même de la fonte ayant une force coercitive suffisante. J'ai vu fréquemment des dynamos à courant continu, à circuit magnétique en fonte, donner, *à vide*, par leur seul magnétisme rémanent, 25 à 30 pour 100 de la tension normale : c'est bien plus qu'il n'en faudrait. Il suffirait que le constructeur excitât *une première fois* l'inducteur par du courant continu.

Le courant redressé, obtenu par six soupapes électrolytiques, est assez peu ondulé, étant donnée surtout l'inductance propre au circuit inducteur; mais il serait aisé de le rendre encore plus continu, si on le reconnaissait nécessaire, en introduisant spécialement en circuit une bobine de réaction (self-inductance) aussi dénuée que possible de résistance ohmique.

Le rendement des soupapes électrolytiques étant de l'ordre de 75 pour 100, en puissance, on voit que ce procédé d'auto-excitation est, à ce point de vue, au moins équivalent au procédé habituel d'excitation par une excitatrice ou une source séparée.

J'ai fait quelques expériences en vue d'obtenir l'auto-excitation de l'alternateur, monté en alternatif simple, ou monophasé. Je n'ai pu y réussir. Il fallait, pour obtenir à vide 115-120 volts, que le courant continu auxiliaire donnât à lui seul un flux magnétique engendrant 30 à 35 volts; la fermeture du circuit redressé des soupapes (batterie de quatre seulement, dans le cas de l'alternatif simple) augmentait alors le flux jusqu'à l'obtention des 115-120 volts; mais il n'y avait pas auto-excitation, au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire élévation *spontanée* de la force électromotrice sans rien toucher au circuit inducteur. Il est vrai que, dans le cas de l'alternatif simple, avec batterie de quatre soupapes, le courant redressé passe par zéro (et même en dessous par suite des fuites des soupapes), ce qui n'a pas lieu avec six soupapes montées sur le triphasé. En ne redressant le courant alternatif qu'avec une seule soupape, j'ai observé que la surexcitation due au courant redressé n'augmentait que de 2 à 3 pour 100 la tension alternative obtenue par le courant continu auxiliaire.

Il serait peut-être téméraire de conclure, de cette seule expérience, que l'auto-excitation d'un alternateur simple, au moyen de soupapes, fût impossible; mais je crois qu'il serait nécessaire d'user d'un artifice spécial pour rendre le courant redressé plus continu : self-inductance, ou condensateur électrolytique de grande capacité électrostatique, formé par une soupape à deux clapets d'aluminium (anode et cathode), ou même une batterie d'accumulateurs, qui pourrait être de très faible capacité, c'est-à-dire sans *formation* notable. Ces procédés de régularisation du courant redressé des soupapes électrolytiques ont été déjà indiqués par divers expérimentateurs. Mais ce sont là des complications qui réduisent l'intérêt du procédé et sont, en tous cas, inutiles pour un alternateur triphasé et, très vraisemblablement aussi, pour un alternateur diphasé.

**Sur les différences de potentiel de contact entre métaux et liquides.** — Note de **M. L. Bloch** (Voy. les *Comptes rendus*.)

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 3 juin 1908.*

Après l'adoption du procès-verbal de la précédente séance et l'admission de nouveaux membres, **M. Boucherot**, président, a rendu compte des diverses réunions dans lesquelles il a représenté la Société, et a engagé ses membres à participer au Congrès qui doit avoir lieu à l'occasion de l'Exposition des Applications de l'Électricité, à Marseille, dont nous donnons ici le programme des travaux (p. 276).

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de **M. Swyngedauw** sur **La réaction d'induit.** Cette communication est le résumé d'un mémoire dans lequel l'auteur s'est proposé de traiter, d'une façon plus exacte et plus complète que dans les travaux antérieurs, les questions de réaction d'induit dans les dynamos à courant continu. Se basant principalement sur le théorème d'Hopkinson, il a examiné les phénomènes dus à la réaction longitudinale, puis ceux dus à la réaction transversale; il en a déduit, dans le cas le plus général, le calcul du nombre d'ampères-tours nécessaires pour compenser les effets de la réaction d'induit, étant donnés la tension de la machine à vide, la tension à obtenir en pleine charge et l'angle de calage. L'auteur a donné, en outre, les résultats de calculs numériques d'essais faits sur diverses machines, et a fait connaître une construction graphique de sa méthode.

**MM. Broca** et **Laporte** donnent ensuite un résumé d'une **Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil.** Cette communication est l'exposé d'une suite de nombreuses expériences faites au

Digitized by Google

Laboratoire central d'Électricité, pour étudier les propriétés physiologiques de l'œil suivant les conditions dans lesquelles il est exposé à l'action de la lumière, et pour rechercher le meilleur mode d'éclairage.

D'après une série d'expériences faites sur des sources lumineuses tout à fait différentes (lampes au mercure et lampe tantale), il a été reconnu que les différents foyers sont équivalents au point de vue de la faculté de discerner, ou acuité visuelle (1). La lecture d'un texte sera d'autant plus rapide que l'œil sera loin de la limite de l'acuité visuelle; pour être dans de bonnes conditions, il faut que l'œil soit au quart environ de cette limite. Il est bien entendu que la vitesse de lecture est influencée également par d'autres facteurs importants : nature du papier et des caractères, fatigue des sujets.

Si on examine la question de l'éclairement, il faut, pour une acuité visuelle donnée, se rapprocher d'autant plus de l'objet que l'éclairement est plus faible. Ainsi, les caractères n° 11 sont lus, à la limite d'acuité, à la distance de 1,60 m quand l'éclairement est de 30 lux, et de 1,40 m quand l'éclairement est de 10 lux; les caractères n° 9 seront lus à la distance de 1,45 m pour un éclairement de 100 lux, et de 1,30 m pour un éclairement de 30 lux. — Il n'est pas bon d'employer, pour l'éclairage d'une salle de travail, d'école, un éclairement inférieur à 30 lux environ; au-dessous de ce chiffre, la lecture peut devenir pénible; c'est principalement à un éclairement insuffisant que sont dus beaucoup de cas de myopie progressive qui prennent naissance dans les écoles.

D'une autre série d'expériences, on a pu déduire que, dans de larges limites d'éclairement, comprises entre 9 et 30 lux, une source lumineuse donnée produit toujours la même constriction de la pupille, mais cette constriction varie avec la nature de la source. L'œil utilise différemment les diverses sources lumineuses; avec la lampe à incandescence ordinaire, il utilise 43 pour 100 de la lumière; avec la lampe au mercure, 32 pour 100; avec l'arc sous globe éloigné, 34 pour 100; avec l'arc sous globe rapproché, 25 pour 100; enfin, avec l'arc à feu nu, 22 pour 100 seulement.

Il est très mauvais d'exposer l'œil à l'action directe d'une source lumineuse. Il en résulte une fatigue rapide et la production d'images accidentelles. La lampe au mercure donne des images accidentelles qui peuvent subsister 33 secondes; la lampe tantale en donne qui peuvent durer 35 secondes; enfin, la durée de ces images peut s'élever à 45 secondes avec la lampe à arc sous globe, et à 55 secondes avec les arc à feu nu.

L'éclat d'une lampe n'est pas le seul facteur à considérer au point de vue de l'action physiologique, la nature des radiations intervient; c'est ainsi que la lampe au mercure, dont l'éclat est faible, fatigue l'œil autant qu'une lampe à incandescence ou qu'un arc sous globe, dont les éclats sont plus élevés.

Pour résumer cette étude, on peut dire qu'au point de vue des actions physiologiques, les sources les moins éclatantes sont les meilleures; pour éclairer une salle dans de bonnes conditions, il faut un éclairement moyen qui ne soit pas inférieur à 30 lux environ. J. R.

(1) L'acuité visuelle s'exprime par l'inverse de l'angle sous lequel on voit nettement un objet. — L'acuité visuelle est égale à 1 lorsqu'on distingue nettement 2 droites parallèles dont la distance sous-tend un angle de 1 minute.

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. p. E. s. e.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, 42, *boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

386 284. — **Mackie.** — *Perfectionnements apportés aux dynamos pour maintenir une tension constante sous des vitesses variables* (16 janvier 1908).

385 970. — **Bernard.** — *Système de fixation des ferrures d'isolateurs sur les poteaux tubulaires ronds* (6 janvier 1908).

386 047. — **Perez.** — *Attache-fil pour conducteurs électriques* (8 janvier 1908).

386 079. — **Weissmann.** — *Procédé de montage des lampes électriques dans les appareils d'éclairage* (10 janvier 1908).

386 088. — **Mauge.** — *Commutateur intermittent automatique et réglable* (10 janvier 1908).

386 155. — **Kiell.** — *Commutateur électrique* (13 janvier 1908).

386 193. — **Rennert.** — *Régulateur commutateur à commande électromagnétique pour le contrôle d'appareils divers* (14 janvier 1908).

386 208. — **Hubbel.** — *Enveloppe de douille électrique* (14 janvier 1908).

386 255. — **Rabillon.** — *Minuterie électrique* (15 janvier 1908).

386 260. — **Delon.** — *Procédé et appareil servant à obtenir de très grandes différences de potentiel continues* (17 janvier 1908).

386 287. — **Gerhardt.** — *Autorupteur électrique* (16 janvier 1908).

386 156. — **Société Gerard Ozone Process Company.** — *Perfectionnements dans les appareils pour la production et l'utilisation des effluves électriques* (11 janvier 1908).

386 258. — **Salzer.** — *Procédé de préparation de dépôts de chrome galvaniques* (15 janvier 1908).

386 000. — **Pearce et Walton.** — *Perfectionnements aux lampes à arc à charbons inclinés* (7 janvier 1908).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### INFORMATIONS

**Société des forces motrices de la Vis.** — La Société a émis mille obligations hypothécaires d'une valeur nominale de 500 fr chacune rapportant 5 pour 100 d'intérêt payable par moitié le 1er mai et le 1er novembre de chaque année,

Digitized by Google

sous déduction des impôts, le premier coupon devant échoir le 1er novembre 1908, remboursables au maximum en 49 années, soit par voie de tirage au sort annuel au pair, soit par rachat en bourse suivant tableau, le premier remboursement devant avoir lieu le 1er mai 1911.

Ces obligations font partie des 7000 obligations de 500 fr. dont l'émission a été autorisée par l'assemblée générale du 10 février 1908. Jusqu'au 1er janvier 1915, la Société ne pourra opérer ni la conversion, ni le remboursement anticipé des obligations non amorties; mais, à partir de cette date, la Société se réserve le droit de rembourser par anticipation, soit par voie de tirage au sort au pair, soit par voie de rachat en Bourse, tout ou partie des titres restant en circulation.

De plus, les porteurs de ces 1000 obligations hypothécaires ont droit au nantissement du bail que la Société des forces motrices de la Vis a passé avec la Société Sud-Électrique, affermant à cette dernière Société toutes les installations hydrauliques et électriques concernant la chute établie sur la rivière la Vis.

Les 1000 obligations hypothécaires sont soumises à une Société civile dont les statuts, établis dans l'acte d'émission du 30 avril 1908, sont déposées chez Me Lécuyer, notaire à Étampes.

Les 5000 obligations de la Société précédemment émises, suivant publication au *Bulletin annexe au Journal officiel* du 4 mai 1908, peuvent bénéficier concurremment avec les 1000 obligations hypothécaires et au même rang, de la garantie hypothécaire sur les immeubles sociaux, et des droits au nantissement du bail avec le Sud-Électrique, à condition que les porteurs adhèrent à la Société civile visée ci-dessus.

La Société aura le droit d'émettre, dans des conditions identiques, 500 autres obligations; le montant total des obligations pouvant bénéficier ainsi de la garantie hypothécaire et du droit au nantissement du bail avec le Sud-Électrique ne devra pas dépasser le chiffre de 3 250 000 fr.

---

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Ateliers de constructions électriques de Charleroi.** — *Assemblée générale ordinaire du 30 avril 1908.* — Rapport du Conseil d'Administration. — Nous avons l'honneur de vous présenter le rapport sur les opérations de notre Société pendant l'exercice social écoulé et de soumettre à votre approbation le bilan et le compte de profits et pertes arrêtés au 31 décembre 1907.

Pendant l'exercice écoulé notre chiffre d'affaires a été sensiblement supérieur à celui de l'année précédente. Les commandes se sont élevées à 8 644 854,95 fr en 1907, contre 6 923 067,39 fr en 1906, 5 510 069,26 fr en 1905 et 4 104 619,18 fr en 1904.

Les ordres que nous avons en carnet nous assurent dès à présent du travail pour longtemps. De plus, nous avons de nombreuses installations à l'étude.

Lorsque notre Société a repris les ateliers de Charleroi, en 1904, nous nous sommes imposé comme programme de compléter nos usines et de les doter d'un outillage aussi complet et aussi perfectionné que possible.

Nos précédents rapports vous ont indiqué les dépenses considérables effectuées à cette fin en 1905 et 1906.

Cette année encore des sommes importantes ont été consacrées à l'acquisition de nouvelles machines-outils qui ont été installées pour la plupart dans les anciens halls, ceux commencés en 1905 étant déjà complètement équipés.

Tant en vue de gagner de la place que de réduire les frais de production de force motrice, nous avons décidé de nous raccorder à l'usine centrale de Montignies, appartenant à la Société de gaz et d'électricité du Hainaut. Ce raccordement est dès à présent réalisé et il nous a permis d'utiliser d'une façon fructueuse l'emplacement des chaudières et machines à vapeur.

Les sommes immobilisées depuis le 7 juillet 1904 jusqu'au 31 décembre 1907 pour matériel et outillage s'élèvent à plus d'un million.

L'augmentation des moyens de production résultant de l'exécution de ce programme peut se résumer par l'accroissement de notre personnel ouvrier. En juillet 1904 le nombre d'ouvriers occupés par nos usines de Marcinelle était de 500 environ: il s'élevait à près de 1200 à la fin de décembre 1907.

Notre dernier rapport vous signalait l'acquisition de terrains industriels aux environs de Charleroi en vue de l'agrandissement de nos usines et de l'adjonction éventuelle de fabrications se rattachant à l'industrie électrique.

La majeure partie de ces achats a été réglée au début de 1907, de sorte que ces sommes figurent intégralement au bilan que nous vous présentons.

Les travaux d'appropriation et de raccordement de ces terrains au chemin de fer de l'État sont poussés activement.

Pendant l'exercice écoulé des commandes importantes ont été reçues et se sont réparties normalement entre les différentes divisions de nos ateliers.

Une mention spéciale peut être accordée à notre service d'installations de charbonnages. Il a pris un développement considérable et s'est acquis une clientèle nombreuse parmi les Sociétés charbonnières.

Nous avons terminé et mis en marche avec succès les usines centrales et transports de force que nous avaient commandés les charbonnages de Fontaine-l'Évêque, de Courcelles-Nord, d'Aiseau-Presle, du Bois communal à Fleurus, du Nord de Charleroi, etc.

Des machines d'extraction électrique, système breveté Ilgner, seront mises en service dans peu de jours aux charbonnages d'Élisabeth, siège Baulet, et aux houillères d'Anderlues. Citons parmi les ordres plus récents, les installations à fournir aux charbonnages du Carabinier à Pont-de-Loup, d'Élisabeth à Baulet, de Haine-Saint-Pierre, Houssu et La Hestre, de Ressaix, de Monceau-Fontaine et Martinet, de Mariemont, du Nord du Rieu-du-Cœur, de Roton-Farcienne, du Levant du Flénu, de Trieu-Kaisin, d'Ormont, du Boubier, du Borinage-Central, de Strépy-Bracquegnies, etc.

Nous avons lieu d'être satisfaits de l'extension qu'a prise dans nos usines la fabrication des pompes centrifuges à commande électrique Rateau. La licence en a été achetée par nous en 1905 et déjà l'an dernier plusieurs groupes importants de pompes de 150 à 500 poncelets ont été livrés principalement à des charbonnages et à des carrières.

L'activité de notre service de constructions électriques pour chemins de fer et tramways, qui est depuis longtemps l'un des plus importants de nos ateliers, n'a nullement diminué depuis l'exercice écoulé; des commandes d'équipements électriques complets nous ont été passées par les principales Sociétés de tramways du pays et de l'étranger.

L'emploi de l'électricité pour la commande des engins de levage se généralise de plus en plus. Nous avons eu à enregistrer la commande de 20 grues électriques complètes pour le port d'Anvers, de 15 équipements de grues pour le port de Gand et de nombreux ponts roulants d'usines. L'industrie des carrières étant l'une de celles où l'électricité trouve des applications avantageuses dans tous les services, nous nous sommes acquis dans cette branche une véritable spécialité et les principales carrières du pays nous ont demandé des ponts roulants et des treuils d'extraction.

Enfin, nos services techniques ont mené à bonne fin l'équipement complet de plusieurs grosses usines centrales électriques, comprenant des tableaux de distribution à haute tension et des groupes de turbo-alternateurs, avec toutes les machines auxiliaires.

Digitized by Google

La construction des alternateurs pour turbines tend à prendre une grande extension. Nous nous félicitons d'avoir abordé ce genre de fabrication dès le début ; les avantages des turbines pour l'établissement de grosses unités dans les stations centrales ne sont plus discutés. Leur faible consommation, la régularité de leur marche, leur souplesse et leur facilité de conduite sont partout appréciées. Deux alternateurs de 1750 kw, construits par nos soins, fonctionnent à l'usine centrale de la Société bruxelloise d'électricité ; deux autres, l'un de 1250 et l'autre de 1750 kw, sont en service à l'usine de Montignies sur-Sambre, appartenant à la Société d'électricité du Hainaut. Six alternateurs du même type, de 1500 à 4000 kw, sont encore en construction.

Comme nous possédons une participation importante dans les ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est, nous croyons utile de vous donner ci-après quelques renseignements sur la marche de cette affaire.

Les établissements de cette Société, établis sur un terrain d'environ 12 hectares, comportent trois divisions, qui sont actuellement toutes en activité.

*Première division.* — Les ateliers de construction de dynamos, moteurs et matériel électrique, auxquels une fonderie de fer et de bronze a été adjointe récemment. La superficie couverte de ces ateliers est de plus de 14 000 m².

*Deuxième division.* — La fabrique de câbles électriques, comportant un hectare de bâtiments, avec le matériel nécessaire pour la fabrication des câbles de toutes catégories et de toutes dimensions.

*Troisième division.* — L'usine centrale pour la distribution de l'énergie dans toute la région industrielle de la Sambre comporte une puissance de 15 000 poncelets, dont 6750 sont retenus dès à présent par la clientèle.

Les carnets de commandes s'élevaient au 15 mars à un total de 8 250 000 fr, dont 4 040 000 fr pour la division des ateliers et 4 millions 210 000 fr pour la câblerie. D'ores et déjà leur production est engagée pour plus d'une année.

Le débit de la station centrale d'électricité peut être évalué, dès à présent, à un minimum de 10 millions de kw-h.

L'exercice clôturé au 31 décembre 1907 se rapportait à une période d'organisation et de mise en train. Les agrandissements et le nouvel outillage n'ont pu produire d'effet qu'à partir du mois de juillet ; la fabrication normale de la câblerie n'a commencé qu'en novembre ; quant à la station centrale, des formalités administratives, aujourd'hui terminées, ont retardé la pose des câbles de distribution.

Le groupe industriel de Jeumont n'a donc pu donner, pendant son premier exercice de dix-huit mois, les résultats qu'il est permis d'en attendre dans l'avenir ; néanmoins, le bénéfice net accusé par le premier bilan s'élève à près de 1 200 000 fr.

Actuellement, les ateliers et la fabrique de câbles sont en pleine marche et ont de nombreuses commandes en cours d'exécution ; la station centrale sera mise en pleine activité dès le prochain semestre, et l'exercice 1908, qui sera le premier exercice normal, donnera vraisemblablement un dividende très rémunérateur.

### BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Actionnaires. . . . . | | 1 620 400,00 fr. |
| Somme restant à verser sur notre capital de 5 millions de francs. Les appels de fonds ont lieu au fur et à mesure des besoins de la Société. | | |
| Premier établissement. . . . . | | 1,00 |
| Terrains, usines et outillage de Cherleroi au 7 juillet 1904. | | |
| Immobilisations nouvelles (depuis le 7 juillet 1904) comprennent : | | |
| A. Divers terrains d'une contenance approximative de 34 hectares, sis sur les communes de Marchienne-au-Pont et Marcinelle et raccordés au chemin de fer de l'État. . . . . | | 798 108,05 |
| Dépenses exercices antérieurs. . . . | 213 763,63 | |
| Exercice 1907. Dépenses relatives à l'acquisition des terrains de la Villette. Frais d'appropriation et de raccordement à la ligne du chemin de fer. . . . . | 584 644,42 | |
| | 798 408,05 | |
| B. Frais de constitution et d'émission. . . . . | | 4 978,50 |
| Frais des exercices antérieurs. . . . | 46 645,50 | |
| Frais de l'exercice 1907 : impression et timbrage d'actions et obligations. . . . . | 4 978,50 | |
| | 51 624,00 | |
| Amortissements antérieurs. . . . . | 46 645,50 | |
| | 4 978,50 | |
| Nous vous proposons d'amortir le solde de ce poste, soit 1978,50 fr. | | |
| C. Bâtiments, machines et outillage. . . . . | | 862 890,05 |
| Exercice 1904-1905-1806 . . . . . | 533 054,85 | |
| Exercice 1907 . . . . . | 682 635,28 | |
| | 1 215 690,13 | |
| Amortissements antérieurs. . . . . | 352 799,48 | |
| | 862 890,65 | |
| Vu les importantes immobilisations effectuées au cours de l'exercice, nous vous proposons de pratiquer de notables amortissements sur ce poste et de consacrer à cet effet une somme de. . . . . | 333 890,25 | |
| Nos bâtiments, machines et outillage seraient ainsi ramenés à . . . . | 529 000,00 | |
| Caisse. . . . . | | 62 872,34 |
| Montant de nos disponibilités en caisse et effets à recevoir, | | |
| Portefeuille composé presque exclusivement de titres des Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont) . . . . . | | 1 134 748,05 |
| Versements restant à effectuer sur titres Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est . . . | | 1 062 562,50 |
| En dehors des titres de Jeumont compris dans l'évaluation ci-dessus, notre portefeuille comprend encore les actions de capital et parts bénéficiaires reçues à la constitution de la Société des Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est en rémunération de nos apports et qui sont portées dans nos écritures pour mémoire. | | |
| Cautionnement . . . . . | | 170 014,34 |
| Ce poste comprend pour la très grande partie des fonds d'État et des obligations des Chemins de fer vicinaux déposés en garantie de certains travaux dont nous avons été chargés par l'État, la Société Nationale des chemins de fer vicinaux et d'autres administrations publiques. | | |
| Débiteurs divers . . . . . | | 2 259 112,95 |
| Comprennent pour la majeure partie les sommes dues par nos clients sur le montant de nos factures pour installations terminées et non encore liquidées au 31 décembre. | | |
| Les autres postes s'expliquent d'eux-mêmes. | | |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital . . . . . | | 5 000 000,00 fr. |
| Le capital de notre Société est représenté par : | | |
| 9945 actions de priorité. . . . . | 4 972 500 | |
| 55 actions de priorité amorties . . . . . | 27 500 | |
| 11055 actions ordinaires . . . . . | mémoire | |
| 4000 obligations émises. . . . . | 2 000 000 | |
| 225 obligations amorties. . . . . | 107 500 | |
| 3785 obligations en circulation . . . . . | 1 892 500 | |
| 2000 obligations à la souche . . . . . | 1 000 000 | |
| 118 obligations amorties. . . . . | 59 000 | |
| 1882 obligations restant à la souche. . . | 941 000 | |
| Réserve légale. . . . . | | 39 220,55 |
| La réserve s'est accrue de 16878,79 fr. prélèvement statutaire effectué sur les bénéfices de l'exercice 1906. | | |
| Coupons à payer et titres à rembourser . . . . . | | 54 947,50 |
| Cette somme représente la valeur des actions de priorité et des obligations sorties aux tirages pré- | | |

Digitized by Google

cédents et non encore présentées au remboursement, des coupons d'obligations et d'actions non réclamés, ainsi que le montant du coupon n° 7 des obligations, échu le 1er janvier 1905.

Créditeurs divers . . . . . 2 787 248,94

Sommes dues à nos fournisseurs, sous-traitants et banquiers.

Les autres postes ne demandent pas d'explications.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Débit.*

Frais généraux, frais d'agences . . . . . 355 728,44 fr.

Nous avons porté à ce poste tous nos frais d'administration, les dépenses d'études et de surveillance des installations, celles de notre service de ventes, secours et subventions aux caisses de prévoyance des ouvriers, droits de brevets, frais occasionnés par notre participation aux expositions de Saint-Trond et d'Amsterdam, etc.

*Crédit.* — Le crédit du compte de profits et pertes ne comprend que des bénéfices réalisés par nos usines de Marcinelle. Il est à remarquer que nos ateliers n'ont encore reçu aucune rémunération en 1907 du chef de leur participation dans les ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.

Le solde bénéficiaire de l'exercice 1907, déduction faite du report à nouveau de l'exercice précédent, s'est élevé à 684 860,16 fr, contre 696 899,94 fr, chiffre correspondant pour 1906.

D'autre part, nous avons pour cet exercice à rémunérer pour la première fois 4000 actions de priorité nouvelles créées en 1906.

Étant données les dépenses considérables que nous avons effectuées pour l'aménagement et l'agrandissement de nos usines de Marcinelle, nous croyons sage de pratiquer d'importants amortissements. En conséquence, nous vous proposons d'amortir 533 890,65 fr sur bâtiments, machines et outillage. Après prélèvement de cette somme et de 4978,50 fr pour amortissement des frais de constitution, du timbrage et impression d'actions et d'obligations, il resterait un solde de 472 352,79 fr, qui nous permettrait la distribution d'un dividende de 32,50 par action de priorité entièrement libérée et de 7,50 fr par action ordinaire, tout en amortissant un certain nombre d'actions de priorité et en reportant à nouveau une somme de 127 005,01 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Actionnaires | | 1 620 400,00 fr. |
| Obligations à la souche | | 941 000,00 |
| Premier établissement : | | |
| Terrains, usines et outillage de Charleroi au 7 juillet 1904 | | 1,00 |
| Immobilisations nouvelles depuis le 7 juillet 1904 : | | |
| Divers terrains d'une contenance de 54 hectares environ sis sur les communes de Marchienne-au-Pont et Marcinelle et raccordés au chemin de fer de l'État. | | |
| Exercices antérieurs | 215 765,65 | |
| Exercice 1907 | 583 644,92 | |
| | | 798 408,05 |
| Frais de constitution et d'émission : | | |
| Frais des exercices antérieurs | 46 645,50 | |
| Frais de l'exercice 1907 | 4 978,80 | |
| | 51 624,00 | |
| Amortissements antérieurs | 46 645,50 | |
| | | 1 978,50 |
| Bâtiments, machines et outillage : | | |
| Exercices 1904-1906 | 533 054,85 | |
| Exercice 1907 | 682 635,28 | |
| | 1 215 690,13 | |
| Amortissements antérieurs | 352 799,48 | |
| | | 862 890,65 |
| *A reporter* | | 4 224 678,20 fr. |

| | | |
|---|---|---|
| *Report* | | 4 224 678,20 fr. |
| Caisse | | 62 872,50 |
| Portefeuille | | 1 134 748,05 |
| Versements restant à effectuer sur titres | | 1 062 562,50 |
| Cautionnements | | 170 014,34 |
| Débiteurs divers | | 2 529 112,90 |
| Magasins d'approvisionnements | | 1 254 075,42 |
| Matériel en dépôt dans les agences et magasins de de vente à l'étranger | | 121 051,41 |
| Fabrication et installations en cours | | 3 928 988,51 |
| Compte d'ordre : | | |
| Cautionnements de MM. les administrateurs et commissaires | pour mémoire | |
| Cautionnements déposés par divers | | 8 300,00 |
| Total | | 14 229 383,46 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital : | | |
| 9945 actions de priorité | 4 972 500 | |
| 55 actions de priorité amorties | 27 500 | |
| 11 055 actions ordinaires | mémoire | |
| | | 5 000 000,00 fr. |
| Obligations en circulation | 1 892 500 | |
| Obligations à la souche | 941 000 | |
| | | 2 833 500,00 |
| Réserve légale | | 59 220,55 |
| Provisions reçues sur travaux en cours | | 1 632 582,05 |
| Coupons à payer et titres à rembourser | | 54 947,50 |
| Créditeurs divers | | 2 787 248,94 |
| Versements restant à effectuer sur titres | | 1 062 512,50 |
| Compte d'ordre : | | |
| Cautionnements de MM. les administrateurs et commissaires | pour mémoire | |
| Cautionnements déposés par divers | | 8 300,00 |
| Solde | | 811 221,94 |
| Total | | 14 229 385,94 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Débit.*

| | | |
|---|---|---|
| Frais généraux, frais d'agences | | 355 728,44 |
| Patente exercice 1906 | | 15 486,97 |
| Intérêts des obligations | | 76 450,00 |
| Prélèvement pour : | | |
| Amortissement du solde des frais de timbrage et impression d'obligations et actions | 4 978,50 | |
| Amortissement sur bâtiments, machines et outillage nouveaux | 533 890,65 | |
| | 538 869,45 | |
| A répartir | 472 352,79 | |
| | | 811 221,44 |
| Total | | 1 258 887,35 fr. |

*Crédit.*

| | |
|---|---|
| Solde de l'exercice précédent | 126 361,78 fr. |
| Bénéfices sur vente et installations | 1 079 712,83 |
| Intérêts et escomptes | 48 657,92 |
| Location de terrains | 4 154,82 |
| Total | 1 258 887,35 fr. |

RÉPARTITION

| | |
|---|---|
| Réserve légale : 5 pour 100 de 345 991,01 fr | 17 299,55 fr. |
| Intérêts de 5 pour 100 au capital versé | 141 265,61 |
| Intérêts de 5 pour 100 à 55 actions de priorité amorties à verser au fonds d'amortissement | 1 375,00 |
| 10 pour 100 à l'administration sur 186 050,85 fr | 18 605,08 |
| 5 pour 100 au fonds d'amortissement des actions de priorité | 9 302,54 |
| Dividende : 7,5 fr à 21 000 actions | 157 500,00 |
| A reporter | 127 005,01 |
| Total | 472 352,79 fr. |

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

62088. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 397. 10 Juillet 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER


**RÉDACTION**

9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

**ABONNEMENTS**

PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

**ADMINISTRATION**

9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Statistique des stations centrales allemandes. — Chemins de fer électriques en Prusse. — Électrification de la ligne Bâle-Olten. — Les lampes à filament métallique et les variations de tension. — Automobiles avec transmission électrique. — Un thermomètre à résistance. — Survolteur-dévolteur Pirani. — Statistique des chemins de fer à courant alternatif simple en Amérique. — Une prise de terre économique. — Le caoutchouc. — Pendules électriques. — Électromobiles avec batterie Edison. — Les tramways électriques en Allemagne. . . . . 290

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Auterive, La Mure. 292

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. **Ch. Fabry**. . . . . 293

MÉTHODE ET APPAREIL DE MESURE POUR COURANTS ALTERNATIFS DE FAIBLE VALEUR. **L. Pillier**. . . . . 293

NOUVELLE FORME DE PHOTOMÈTRE POUR L'ÉTUDE DES SOURCES LUMINEUSES DE COLORATION VARIÉE. **A. Bainville**. . . . . 297

BOBINES EN ALUMINIUM. **F. Loppé**. . . . . 298

EFFETS DES LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE SUR LA VENTE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. **A. Reynier**. . . . . 299

LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DES CHUTES DU RHÔNE DE BELLEGARDE A PARIS. **A. Z.** . . . . . 302

LAMPES JANDUS A CHARBONS MINÉRALISÉS. **A. B.** . . . . . 305

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 25 mai 1908.* — Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux, par **C.-E. Guye** et **Bron**. — Sur l'existence et l'origine des harmoniques dans l'étincelle de self-induction, par **G.-A. Hemsalech**. . . . . 306

BREVETS D'INVENTION. . . . . 308

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale :* Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris. . . 309


## INFORMATIONS

**Statistique des stations centrales allemandes.** (*Elektrotechnische Zeitschrift* du 12 mars.) — Il y a, en Allemagne, 1550 stations en fonctionnement; la puissance fournie pour la lumière est de 576 284 kw, et celle pour l'énergie motrice de 524 577 kw, soit en tout 1 000 861 kw, ou une moyenne de 650 kw par station. La puissance installée est de 858 481 kw, c'est-à-dire que par kw à fournir, il y a 0,75 kw installé à l'usine. Il y a 64 stations ayant une puissance totale (machines et accumulateurs) de plus de 2000 kw.

Les tableaux suivants donnent les détails sur le genre de courant, le mode de production de l'énergie, la puissance des stations.

| NATURE DU COURANT. | NOMBRE DES STATIONS. | PUISSANCE INSTALLÉE, EN KW | | |
|---|---|---|---|---|
| | | MACHINES. | ACCUMUL. | TOTALE. |
| Continu | 1217 | 178 169 | 64 853 | 243 022 |
| Alternatif simple et diphasé | 41 | 26 201 | 115 | 26 316 |
| Triphasé | 129 | 151 125 | 1 536 | 152 659 |
| Alternatif et triphasé | 2 | 973 | 14 | 989 |
| Continu et alternatif | 19 | 13 828 | 2 858 | 16 666 |
| Continu et triphasé | 116 | 334 492 | 58 146 | 392 638 |
| Continu, alternatif et triphasé | 2 | 25 963 | 588 | 26 551 |
| Inconnu | 4 | » | » | » |
| TOTAUX | 1550 | 730 751 | 128 090 | 858 841 |

| Nature de l'énergie motrice. | Nombre de stations. | Puissance des machines. |
|---|---|---|
| Vapeur | 669 | 544 581 |
| Eau | 161 | 16 352 |
| Moteurs à combustion | 210 | 25 079 |
| Vapeur et eau | 288 | 116 088 |
| Vapeur et moteurs à combustion | 53 | 15 952 |
| Eau et moteurs à combustion | 86 | 6 681 |
| Vapeur, eau et moteurs à combustion | 27 | 5 265 |
| Moulins à vent et moteurs à combustion | 1 | 10 |
| Électricité d'une installation étrangère | 32 | 745 |
| Inconnu | 3 | » |
| Total | 1550 | 730 751 |

| Puissance totale en kw (machines et accumulateurs). | Nombre de stations. |
|---|---|
| 0 à 100 | 654 |
| 101 à 500 | 625 |
| 501 à 1 000 | 105 |
| 1001 à 2 000 | 60 |
| 2001 à 5 000 | 37 |
| 5001 à 10 000 | 16 |
| Au-dessus 10 000 | 12 |
| Inconnu | 41 |

1025 usines appartiennent aux États et aux villes, 501 à des particuliers; les possesseurs de 4 d'entre elles sont inconnus.

F. L.



Digitized by Google

**Chemins de fer électriques en Prusse.** — Le gouvernement prussien a décidé, à titre d'essai en grand, l'électrification des lignes de Magdebourg à Leipzig et de Halle à Leipzig; la longueur totale de ces lignes est de 160 km. F. L.

**Électrification de la ligne Bâle-Olten.** — La direction générale des chemins de fer fédéraux suisses dans son rapport du quatrième trimestre 1907, annonce qu'elle a été saisie par la maison Brown Boveri de Baden de propositions relatives à l'exploitation électrique de la ligne Bale—Olten; en conséquence il a été accordé à cette compagnie toute facilité pour procéder aux études détaillées de l'installation. F. L.

**Les lampes à filament métallique et les variations de tension.** (*Elektrotechnick und Maschinenbau*, n° 14, 5 avril.) — J. Stark, en utilisant les résultats d'essais rapportés graphiquement, a trouvé que, pour des lampes à filament de charbon, jusqu'à une élévation de tension de 10 pour 100, l'augmentation de l'intensité lumineuse est sept fois plus grande et que, pour une diminution de tension, la diminution d'intensité lumineuse est sept fois plus forte. Pour des lampes à filament métallique, ces valeurs sont respectivement 4 et 2,75. L'auteur conclut donc que l'on peut consentir, quand on emploie des lampes à filament métallique, à une perte en ligne 1,6 fois plus élevée qu'à l'ordinaire, ou bien que dans la distribution à courant alternatif, on peut consentir à une perte de tension plus grande dans les transformateurs, et avoir ainsi une perte dans le fer moindre et, par conséquent, un meilleur rendement annuel. F. L.

**Automobiles avec transmission électrique.** — MM. Smith et Stevens donnent, dans l'*Electrical Engineer* du 26 mars, des renseignements sur les essais entrepris avec une voiture du système Hallford. Cette voiture est munie d'un moteur à explosion de 22 kw, actionnant une dynamo shunt qui alimente deux moteurs série, dont chacun commande par vis sans fin une des roues arrière de la voiture. Les moteurs sont mis soit en parallèle soit en série, et la vitesse est réglée en faisant varier l'excitation de la génératrice. Lors du démarrage, les moteurs sont couplés en parallèle et le champ de la génératrice affaibli en intercalant des résistances dans le circuit d'excitation.

Une voiture a parcouru 10 000 km sans dérangement. La dynamo génératrice doit fonctionner sans étincelles et à puissance constante; si l'intensité croît, la tension doit baisser, de sorte qu'elle doit avoir une caractéristique particulière et être munie de pôles de commutation. Le tableau suivant donne quelques renseignements :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intensité, en ampères | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 |
| Chute de tension dans le moteur, en volts | 2,8 | 5,2 | 7,5 | 9,6 | 13 | 16,5 |
| Effort, en kg (à la jante d'une roue de 50 cm de rayon) | » | 13,6 | 26 | 40 | 54 | » |

La résistance électrique du moteur est de 0,065 ohm.

Dans un parcours d'essai avec une voiture de 7 tonnes sur des pentes de 1 à 12 et un rapport de transmission de 16 à 1 entre le moteur et la roue, le rendement entre le moteur d'explosion et les roues a été de 70 pour 100; pour un rapport de transmission de 12 à 1, le rendement est tombé à 67 pour 100. Le rendement moyen de parcours dans la ville a été de 70 pour 100.

La conduite de cette voiture est plus facile que celle d'une voiture à commande ordinaire. Les frais d'entretien de la partie mécanique s'élèvent à 1,6 centime par km pour un parcours annuel de 48 à 50 000 km; ceux du bâti s'élèvent à la même somme, ainsi que ceux de la partie électrique. Le total des frais d'exploitation s'élève à 58 centimes par km, au lieu de 75 centimes pour une voiture ordinaire. Avec un litre de pétrole, on parcourt 0,5 km de plus qu'avec une voiture ordinaire. F. L.

**Un thermomètre à résistance.** (*Elektrotechnick und Maschinenbau*, n° 14 du 5 avril.) — Cet instrument, dû au Dr Haagen et construit par la maison W. C. Heræus, peut être utilisé pour des températures de — 200° à + 900°. Il est formé d'une résistance en platine constituée par un fil enroulé en spirale sur une tige de verre de quartz. Cette tige est introduite dans un tube de verre mince et y est soudée. Les conducteurs en argent aboutissant au fil de platine se trouvent dans un tube de verre, formant le prolongement de celui du thermomètre; ordinairement, l'ensemble a une longueur de 60 mm; le diamètre extérieur est de 4 mm, la résistance de 25 ohms à 0°. Un pont de Wheatstone, avec galvanomètre à aiguille, permet de mesurer immédiatement la température. Comme contrôle, on peut ramener au zéro, avec des résistances. Les avantages d'un tel dispositif sont : la résistance est protégée contre toute influence nuisible et prend presque instantanément la température ambiante. On peut, au lieu du galvanomètre à aiguille, employer un appareil enregistreur F. L.

**Survolteur-dévolteur Pirani.** — On sait que dans le système Pirani, modifié par les ateliers Siemens Schuckert, la dynamo survoltrice-dévoltrice, assurant, suivant le cas, la charge ou la décharge de la batterie-tampon, a son courant d'excitation fourni par une génératrice spéciale; celle-ci ayant deux enroulements d'excitation, l'un branché aux bornes de la batterie, l'autre aux extrémités d'une résistance intercalée dans la ligne. L'inconvénient de ce dispositif est que la dynamo survoltrice ou dévoltrice a constamment une tension uniforme, soit positive soit négative.

Pour éviter cela, par exemple pour faire en sorte que le courant de charge ait une intensité plus grande que le courant de décharge, Weissbach a proposé de disposer dans le circuit d'excitation du survolteur-dévolteur une résistance, et de mettre en parallèle avec celle-ci une soupape électrique; la disposition étant telle que, lorque le sens de l'excitation correspond à la charge de la batterie, le courant puisse passer par la soupape et mette la résistance en court-circuit, tandis que, pour un courant d'excitation de sens contraire, la soupape s'oppose au passage du courant, de sorte que l'intensité totale de celui-ci diminue, et la tension du survolteur-dévolteur baisse. Au moyen d'un commutateur, on peut arriver à produire l'action inverse. En disposant des rhéostats dans le circuit d'excitation du survolteur-dévolteur et dans celui de l'excitatrice, on peut faire varier le débit soit de la génératrice, soit de la batterie.

Un tel dispositif a été installé à l'usine de la Trebbinstrasse du chemin de fer aérien et souterrain de Berlin, où sont installées des génératrices shunt de 750 v, avec lesquelles est mise en parallèle une batterie de 364 éléments de 1000 a-h de capacité pour une décharge en une heure. Le groupe Pirani est calculé pour 1000 a et ± 90 v. L'action de tamponnage avec groupe Pirani, à celle sans groupe est dans le rapport de 3,64 à 1,95, et les variations de tension par l'adjonction du groupe ont été ramenées de 10 à 3,87 pour 100.

Le rendement moyen de la batterie et du groupe dans une installation de moyenne importance est de 80 pour 100, la perte dans l'ensemble est à peu près de 2,5 pour 100 de la puissance totale de l'usine. F. L.

**Statistique des chemins de fer à courant alternatif simple en Amérique.** (*Elektrotechnick und Maschinenbau*, n° 14, 5 avril.) — D'après un tableau, la longueur totale des lignes exploitées par 29 compagnies est de 1555 km; le nombre des voitures automotrices de 240, dont les moteurs ont une puissance totale de 60 000 kw; le nombre des locomotives de 57, avec une puissance totale de 36 000 kw. La

Digitized by Google

tension au fil de ligne est, au maximum, de 11 000 v, et, dans de nombreux cas, de 3300 v; en général, la fréquence est de 25.

La ligne la plus longue (186 km) est celle de la Indianapolis et Cincinnatti C°; vient ensuite celle de la Spokane et Inland C°, avec 185 km. F. L.

**Une prise de terre économique.** — (Dr R. Haas, *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 20-14 mai.) — La méthode très simple indiquée ci-dessous pourra certainement rendre des services dans bien des cas. On connaît les difficultés que l'on a dans certaines circonstances locales à établir de bonnes prises de terre pour les paratonnerres et les installations.

En mesurant la résistance à la terre d'une plaque métallique immergée dans une rivière au moyen de courant alternatif, M. Haas a constaté des résistances variant entre 4 et 25 ohms. En examinant les choses de plus près, il reconnut que le câble en cuivre nu reliant la plaque au pont de mesure, venait de temps en temps en contact avec la bordure en treillage de fil de fer entourant une pièce de gazon. En procédant ensuite à des mesures, il reconnut que les treillages métalliques, vu leur surface étendue et leur contact intime avec la terre humide, constituent d'excellentes prises de terre.

Comme dans la plupart des stations centrales il existe de petites installations de jardins, ou bien qu'il peut en être créé, on obtient facilement des prises de terre excellentes. Il resterait à déterminer, comme le dit l'auteur, si le gel ne viendrait pas augmenter, dans de grandes proportions, cette résistance. En tout cas, le système est facilement applicable dans les pays tempérés. F. L.

**Le caoutchouc. Sa production, sa consommation et ses prix.** (*Revue polytechnique de Genève*, n° 215 du 10 mai 1908.) — Le caoutchouc a terminé l'année 1907 avec des cours en baisse de 30 pour 100 en moyenne, sur ceux de décembre 1906.

En Angleterre, en 1907, on a compté 61 sociétés nouvelles sur les 140, engagées directement ou indirectement dans la production du caoutchouc. Un mouvement analogue s'est produit, quoique avec moins d'intensité, dans les autres pays. On craint aujourd'hui la surproduction après avoir, à un moment donné, craint la destruction imprévoyante des plantations. La récolte au Brésil n'a augmenté que de 7 pour 100, mais celles de Ceylan et de la Malaisie se sont respectivement accrues de 44 et 122 pour 100. La production de ces derniers pays a passé de 150 tonnes en 1905 à 1000 tonnes. On a calculé qu'en un an, de 1905 à 1906, la surface plantée en caoutchouc à Ceylan, en Malaisie, à Bornéo et aux Indes orientales, avait passé de 225 000 à 331 000 acres, soit une progression de 48 pour 100. Au Mexique, une association professionnelle destinée à développer et à perfectionner cette culture récemment introduite dans le pays, vient de se fonder.

En ce qui concerne plus spécialement les colonies françaises, il y a également accroissement. En 1902, sur 6 217 142 kg importés en France, 810 357 kg provenaient de nos colonies. En 1905, sur une introduction totale de 11 882 679 kg et une consommation totale de 10 156 688 kg, 2 204 000 kg provenaient des colonies. Le progrès de la production de nos colonies est encore plus grand, si on considère le total des expéditions dans les autres pays. Les statistiques du premier semestre de 1907 indiquent cependant un recul dans l'exportation par rapport à 1906; celui-ci peut être attribué à diverses causes, entre autres la diminution de la qualité, ainsi que la baisse des cours.

La crise américaine a été également une des causes de la baisse du caoutchouc, les usiniers, ne trouvant plus en banque les fonds de roulement nécessaires à la constitution d'un stock de produits manufacturés, doivent vivre au jour le jour, ou bien chômer, ou fermer leurs usines. En un mot, il y a contraction dans les achats, bien que les besoins généraux soient restés les mêmes. Cependant, abstraction faite de la crise américaine, la baisse du caoutchouc est justifiée; la productipn mondiale a été évaluée, pour 1907, à 69 000 tonnes contre 65 000 en 1906. Or, elle n'a pas été entièrement consommée, et l'année 1908 a commencé partout avec des stocks plutôt abondants, la consommation, en 1907, étant estimée à 66 000 tonnes.

La consommation du caoutchouc a été en progression constante pendant ces dernières années, ainsi que le montre le tableau suivant, donnant l'entrée du caoutchouc et de la gutta-percha bruts en France, en quintaux métriques :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1897 . . . . . | 48 162 | 1902 . . . . . | 62 171 |
| 1898 . . . . . | 53 120 | 1903 . . . . . | 65 506 |
| 1899 . . . . . | 61 284 | 1904 . . . . . | 75 512 |
| 1900 . . . . . | 63 160 | 1905 . . . . . | 101 507 |
| 1901 . . . . . | 60 800 | 1906 . . . . . | 109 886 |

Il est possible que, dans les prochaines années, la progression de l'introduction du caoutchouc soit moins belle que de 1897 à 1906, mais cependant il serait étonnant qu'il y eût recul permanent. Le caoutchouc a devant lui certainement des débouchés magnifiques, mais non illimités; c'est un peu ce que pourraient avoir oublié certains spéculateurs. F. L.

**Pendules électriques.** (*Revue polytechnique de Genève.*) — M. Ilesś a fait sur ce sujet une conférence à la Société des anciens élèves de l'école d'horlogerie.

Parmi les nombreux dispositifs indiqués pour l'horlogerie électrique, un certain nombre ne pourra être exploité, car l'exécution n'en est pas industriellement praticable.

Le but que l'on s'est en général proposé d'atteindre est de construire des pendules électriques sans bouleverser l'outillage existant et surtout de pouvoir livrer des pièces de qualité moyenne à bon marché. C'est pourquoi la grande majorité des fabricants n'utilisent le courant électrique que pour remonter le ressort ou le poids moteur, c'est-à-dire que leurs pendules comportent les rouages et les pièces qu'ils exécutaient précédemment, mais dans lesquelles la clef à la main a été remplacée par un moteur électrique. Le principe en est toujours le même, et à l'exposition de Paris, en 1881, une pendule de ce genre, exposée par Schweizer, avait obtenu un grand succès.

Une des formes du remontoir électrique utilisé dans les horloges monumentales, est la mise en circuit d'un moteur électrique rotatif. Ce système permet un remontage d'une certaine durée, à des intervalles assez éloignés, et l'élévation des poids considérables que nécessite le fonctionnement d'une sonnerie de cloches, par exemple. L'emploi d'un moteur rotatif ayant un rendement d'au moins 40 pour 100, est bien plus économique que celui d'un électro-aimant dont le rendement atteint au plus 10 pour 100.

En général, les brevets ont été accordés moins pour le remontoir que pour le mécanisme provoquant la mise en circuit du moteur de remontage. Le principal souci des constructeurs est d'avoir et surtout de conserver de bons contacts. Aussi les voit-on rechercher le moyen d'obtenir des pressions considérables et une friction énergique entre les pièces de contact. Naturellement, celles-ci sont faites en matières conductrices inoxydables : platine, or, charbon, etc.

Une autre difficulté à résoudre est d'assurer à la fermeture du circuit une durée suffisante afin que le courant ait le temps nécessaire pour agir. C'est par ce côté de la question que les inventions diffèrent le plus les unes des autres.

Dans le cas où l'on veut que la pendule remplisse les fonctions d'horloge-mère, c'est-à-dire distribue le courant à des cadrans secondaires, le système du remontoir électrique est facilement applicable sans adjonction. Toutefois, si le nombre

Digitized by Google

des pendules secondaires est trop considérable, il vaut mieux les actionner au moyen d'un relai, ce qui est fort compliqué.

En général, l'application de l'électricité à l'horlogerie de précision, c'est-à-dire aux régulateurs servant à l'observation des chronomètres, présente des difficultés assez sérieuses par le fait que l'appareil de contact pour la mise en circuit prend une énergie considérable, et cela d'une façon intermittente, ce qui doit amener des perturbations dans l'amplitude des oscillations du pendule et provoquer, par conséquent, des variations dans la marche. Si l'on veut diminuer la pression des contacts, on risque d'avoir des ratés, ce qui est fâcheux, car ils amènent l'arrêt du mécanisme. Le remontage électrique des régulateurs de précision ne sera guère appliqué avec avantage qu'aux mouvements placés sous enveloppes hermétiques où l'on veut maintenir une pression constante. Dans ce cas, on sacrifie tout à la régularité de la marche et on peut, en intercalant des self-inductions, supprimer l'étincelle de rupture et, de cette façon, avoir des pièces de contact très légères et fonctionnant sans effort appréciable.

La source de courant la plus employée, sinon la plus économique, est fournie par les piles sèches de tous systèmes.

Le conférencier décrit ensuite en détail les systèmes de pendules électriques :

1° De la maison Siemens et Halske, de Vienne;
2° D'Alois Wissbauer, à Baden;
3° De Siemens-Sclonkerd, de Berlin;
4° De Krumm frères, de Vienne;
5° De Siemens et Halske, de Berlin;
Et le remontoir électrique de J.-B.-J. Sallin, de Paris.

F. L.

**Électromobiles avec batteries d'accumulateurs Edison.** (*Elektrotechnick und Maschinenbau*, n° 23, 7 juin). — La Société d'électricité Bergmann, de Berlin, construit des voitures électriques pour lesquelles la Société allemande des accumulateurs Edison fournit les batteries. Un électromoteur de 5,5 pouvant fournir accidentellement 11 kw sous 80 v à la vitesse angulaire de 1500 t : m, actionne avec un rapport de transmission de 5 à 1 l'essieu arrière; les 64 éléments sont réunis par 8 dans des caisses en bois pesant chacune 75 kg (chaque élément pèse 8,2 kg). La voiture pèse à vide 7 tonnes; avec la batterie et le moteur, 15 tonnes. La tension moyenne par élément est de 1,23 v, la capacité de 175 a-h, l'énergie de la batterie est de 14 kw-h, soit 25,3 w-h par kg.

La solution alcaline constituant l'électrolyte doit, toutes les 3 semaines, être étendue d'eau pure. Le courant de charge est de 65 a; la charge dure 3 heures 1/2.

Avec une charge de la batterie, la voiture peut parcourir 90 km en pleine charge avec une vitesse maximum de 25,6 km à l'heure. Le circuit d'excitation du moteur est divisé en deux moitiés; il en est de même de la batterie. En faisant varier les couplages des demi-batteries et des demi-enroulements d'excitation et en intercalant, au besoin, une résistance, on obtient les diverses vitesses. La consommation est de 75 w-h par tonne-kilomètre. La voiture a trois freins, deux aux roues arrière et un sur l'arbre du moteur.

**Les tramways électriques en Allemagne.** — Le ministère des travaux publics d'Allemagne publie la statistique des lignes de tramways au 31 mars.

Le nombre d'entreprises est de 235, et s'est accru de 10 dans l'année; la longueur totale des lignes est de 3745,6 km; l'augmentation est de 215,8 km ou 6,05 pour 100. En Prusse le nombre total des voitures étaient de 11908 et avaient 590650 places; le restant de l'Allemagne avait 5152 voitures et 160427 places. En Prusse, 32,5 pour 100 des lignes ont une voie de 1,435 m, 61,6 pour 100 une voie de 1 m. Le restant est à voies plus étroites; dans le reste de l'Allemagne les valeurs correspondantes en pour cent sont de 10,3, 64,7 et 25. Sur 17 lignes la traction se fait en tout ou partiellement par les locomotives à vapeur, sur 27 par des chevaux et sur 8 au moyen de câbles. La plupart de ces lignes n'ont qu'un ou deux kilomètres de longueur: à Magdebourg cependant une ligne de 14,5 km est exploitée au moyen de bœufs et de chevaux.

Sur 72 lignes on effectue le transport des marchandises et des voyageurs, 149 ne sont ouvertes qu'au service des voyageurs et 4 seulement au service des marchandises.

Il y a 47667 employés, soit 13 par km en Prusse et 13,9 par km dans le restant de l'empire. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Auterive (Haute-Garonne).** — *Distribution d'énergie électrique.* — Au cours d'une séance récente du Conseil municipal, M. le maire a exposé que M. Ravigne, concessionnaire de l'éclairage électrique de la commune d'Auterive, a cédé ses droits à MM. Pierre Rodière, Félicien Rodière et Gaston Lacombe, industriels à Toulouse, et qu'il sollicitait l'agrément du conseil à ce sujet. En outre, M. Ravigne a formé auprès du conseil une nouvelle demande de concession de vingt-cinq ans pour prendre date à partir du jour de l'expiration de sa première concession qui arrive à son terme dans trois ans. MM. Rodière et Lacombe sollicitent d'être admis par le Conseil municipal, pour le temps restant à courir sur la concession en cours, ils s'engagent : 1° à éclairer la commune pendant toute la nuit, à partir du 1er juin; 2° de fournir à partir du 15 juillet, et cela dix jours par an, moyennant le prix forfaitaire de 15 fr par jour, 800 lampes électriques de dix bougies pour les fêtes nationales et publiques.

En ce qui concerne la nouvelle concession de vingt-cinq ans, MM. Rodière et Lacombe offrent de faire profiter la commune, dès le commencement de leur concession, des prix portés à leur tarif et qui sont : 17,50 fr par an et par lampe de 16 bougies, 24 fr par lampe de 32 bougies, 32 fr par lampe à arc de 140 à 150 bougies. Quant à l'éclairage des particuliers, les conventions suivantes : 27 fr par lampe de 16 bougies, 39 fr par lampe de 20 bougies, 50 fr par lampe de 32 bougies. Pour chaque lampe en sus une réduction de 5 centimes par bougie et par an.

Les prix de l'éclairage public seraient immédiatement appliqués pour les nouvelles lampes que la municipalité voudrait faire placer; la pose de ces lampes sera gratuite.

Le conseil municipal, voyant les conditions très avantageuses offertes par MM. Rodière et Lacombe, donne plein pouvoir à M. le maire pour traiter.

**La Mure (Isère).** — *Distribution d'énergie électrique.* — La Commission départementale a décidé de prendre acte de l'engagement de la Compagnie électrique du Midi, en demandant que l'énergie soit mise à la disposition non seulement des industriels, mais aussi des communes des cantons de La Mure et de Mens et qu'il soit stipulé que les tarifs consentis constitueront des maxima qui, à aucune époque, ne pourront être dépassés. Sur la demande de M. Berthelet, la Commission départementale a exprimé le vœu que le délai de cinq ans accordé aux demandeurs d'énergie s'entendit de la date de la conclusion du contrat en laissant au besoin un autre délai pour l'utilisation de cette énergie.

Digitized by Google

# L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE

« L'ère des Expositions universelles est finie; l'avenir est aux Expositions spéciales ». La première partie de cet aphorisme semble se vérifier, au moins en France, où depuis 1900 les projets d'Exposition universelle rencontrent peu d'enthousiasme. L'exactitude de la seconde partie est moins évidente : une exposition spéciale, pourrait-on objecter, n'intéressera, par définition, que des spécialistes, c'est-à-dire un petit nombre de personnes, et son succès sera médiocre.

L'objection tombe d'elle-même si la spécialité choisie a une importance assez grande, si surtout elle est assez à la mode pour que tout le monde ait le désir de s'y intéresser. N'est-ce pas justement le cas pour l'électricité au moment présent? Son entrée dans le domaine de la pratique est assez récente pour que l'attrait de la nouveauté ne soit pas épuisé; s'il l'était, les inventions sensationnelles de ces dernières années suffiraient à tenir en haleine notre curiosité; et cependant, l'électricité a eu déjà le temps de faire ses preuves; on peut juger avec

*Cliché photo-ateliers Baudouin-Marseille.* *Communiqué par la Direction de l'Exposition.*

VUE INTÉRIEURE D'UNE PARTIE DU PALAIS DE L'EXPOSITION DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE

certitude que ce n'est pas un engoûment passager, une mode qui passera; c'est bien l'un des moyens d'action les plus puissants que l'homme ait inventés pour lutter contre la matière et rendre à peu près habitable sa pauvre planète. Elle a, en un mot, juste le degré d'ancienneté qu'il faut pour éveiller l'intérêt universel : on cesse de s'intéresser aux choses trop anciennes, dont on a tiré tout ce qu'elles pouvaient donner, qui ne progressent plus, tandis que bien des gens se méfient, parfois avec raison, des choses trop nouvelles qui n'ont pas encore fait leurs preuves. L'électricité et ses applications doivent donc constituer, à l'heure actuelle, la plus admirable matière à exposition qui se puisse imaginer.

Un très grand effort a été dépensé pour réaliser, à Marseille, cette idée simple, mais vaste, d'une exposition qui réunirait toutes les applications de l'électricité. Un très bel ensemble a été composé, susceptible d'instruire les plus savants et de plaire à tout le monde. Le cadre, d'abord, est admirable : l'Exposition est installée dans un beau jardin de 25 hectares, situé au milieu de la promenade du Prado, et desservi par des tramways qui le mettent à quelques minutes du centre de la ville. Déjà utilisé, il y a deux ans, par l'exposition coloniale, qui eut un si grand succès, il offre, avec son fonds de



Digitized by Google

collines bleues et ses magnifiques platanes, une admirable promenade, dont l'agrément suffirait à justifier l'engoûment de la population marseillaise : environ 50 000 abonnements, donnant droit à l'entrée pendant toute la durée de l'Exposition, ont déjà été pris. Ce jardin est, le soir, magnifiquement illuminé, en utilisant les ressources si variées qu'offre l'éclairage électrique.

Quant à la partie proprement technique de l'Exposition, elle a été répartie, selon la nature des applications, dans quatre palais principaux : Palais de l'Énergie (grandes industries électriques, électrochimie) ; Grand Palais (éclairage et petites industries, enseignement, exposition rétrospective) ; Palais de la Traction et Palais de l'Agriculture. En outre, tous les appareils servant à la transformation et à la distribution de l'énergie électrique pour les services de l'Exposition (plus de 2000 kilowatts sont ainsi distribués) sont accessibles au public, qui peut ainsi se faire une idée précise des dispositions adoptées dans les grandes usines électriques modernes.

Quelques-unes des applications ont été présentées d'une manière originale et saisissante. La Villa Moderne, élégante maison de campagne, meublée et décorée avec goût, offre un exemple de toutes les applications qui peuvent contribuer au confort d'une maison, depuis l'ascenseur électrique jusqu'à l'édredon chauffant (qu'un court-circuit pourrait, au besoin, transformer en four crématoire). A côté du pavillon de l'Agriculture, la ferme provençale modernisée offre des exemples de toutes les applications de l'électricité aux travaux agricoles. Sous son aspect champêtre, cette partie de l'Exposition pose un des gros problèmes que l'avenir ait à résoudre : l'introduction, de plus en plus large, de la machine en agriculture, l'industrialisation des champs. Dans cette transformation, sans doute inévitable, certainement très lente, l'électricité est appelée à jouer un rôle capital. N'a-t-elle pas déjà permis d'utiliser, pour en faire des engrais, l'azote atmosphérique, de *faire du fumier avec de l'air*, ce qui ouvre l'espoir d'améliorer grandement le rendement de la terre et d'assurer pour un temps illimité, malgré l'épuisement prochain des gisements de nitrates, le pain de nos descendants? Les applications que nous montre la ferme modernisée sont d'ordre mécanique : engins agricoles de toutes sortes mus par des moteurs électriques. Les essais sont encore timides; quelques appareils sont disposés de manière à pouvoir être mus, à volonté, par un moteur ou par un cheval, et font penser à une automobile qui aurait conservé des brancards en vue de la panne probable. N'oublions pas, avant de rire de ces solutions timides, qu'en matière d'agriculture le progrès ne peut être que lent; nous devons plutôt admirer l'ingéniosité des constructeurs qui ont su adapter les moyens nouveaux aux habitudes et aux nécessités anciennes.

Ces exemples suffisent à montrer quelle variété d'applications ont été réunies à l'Exposition de Marseille. Toutes les branches de l'industrie électrique sont largement représentées; dans toutes on trouvera quelque chose d'intéressant. Les gens du métier, qui ont suivi le progrès industriel de ces dernières années, seront particulièrement frappés par la mise au point définitive de tout l'outillage nécessaire pour les grands transports d'énergie électrique à grande distance et, par suite, à très haute tension, permettant d'utiliser, là où l'on en a besoin, la puissance des chutes d'eau. Dans cet ordre d'idées, le passé est largement représenté dans la section rétrospective où l'on verra, par exemple, un des alternateurs ayant servi, en 1893, au premier transport à haute tension, entre Laufen et Francfort; le présent l'est mieux encore par les photographies et plans de la plupart des grandes compagnies, des grands marchands de houille blanche, et par le matériel exposé par les constructeurs; l'avenir même n'est pas oublié, dignement représenté par une maquette en relief représentant un projet, dû à M. Blondel, d'une usine sur le Rhône destinée à alimenter Paris et la région parisienne. Cet exemple suffit à montrer qu'il reste beaucoup à faire en électricité, non seulement pour nous, mais pour plusieurs générations. Quand on regarde en arrière, on peut avoir la sensation, en considérant le chemin parcouru, que nous sommes arrivés au plein développement des industries électriques; ce n'est là qu'une illusion; l'ère des grandes applications commence à peine; c'est d'hier seulement que nous sommes en possession des moyens, presque toute la mise en œuvre reste à faire. Les moyens d'action que nous donne l'électricité sont si variés, si souples, que, tôt ou tard, les branches de l'activité humaine doivent arriver à utiliser cet admirable outil. En dehors des applications dont nous n'avons aucune idée et que l'avenir fera naître, celles qui sont dès maintenant possibles, dont la réalisation n'est qu'une question de jours, offre un champ immense à notre activité, et l'on s'étonnera, lorsqu'on les aura réalisées, qu'on ait pu vivre sans elles. Croit-on, par exemple, que ces milliers de foyers destinés à actionner des machines à vapeur, qui déversent des torrents de fumée dans l'air de nos villes, là où justement l'air respirable est le plus nécessaire, ne soient pas une chose barbare, et qui doive disparaître dans un avenir prochain? C'est, en réalité, toute une transformation de nos conditions d'existence qui s'accomplit sous nos yeux, et ne fait que commencer. A cette transformation, personne ne peut rester indifférent. L'Exposition de Marseille permettra à tous de se faire une idée nette des moyens dont nous disposons pour l'accomplir.

CH. FABRY.

*Tout ce qui concerne la Direction et l'Administration, doit être adressé à* **M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

*Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à* **M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

Digitized by Google

MÉTHODE ET APPAREIL DE MESURE

POUR

# COURANTS ALTERNATIFS DE FAIBLE VALEUR

La mesure des courants alternatifs de faible valeur au moyen de galvanomètres caloriques à dilatation est limitée par les dimensions du fil dilatable et par l'amplification qu'il est pratiquement possible de donner à l'allongement extrêmement faible de ce fil.

Pour surmonter cette difficulté, on a pensé qu'il serait plus simple de mesurer l'échauffement d'une spirale $r$ formée de quelques spires d'un fil très fin et de grande résistivité parcouru par le courant à mesurer, en se servant d'un galvanomètre à cadre mobile actionné par un couple thermo-électrique $tt$, dont la soudure chaude T est placée au milieu de la spirale.

La possibilité de placer plusieurs spirales en série et parcourues par le courant à mesurer, échauffant une série de couples thermo-électriques, eux-mêmes placés en série, jointe à l'emploi d'un galvanomètre très sensible, tel qu'un galvanomètre à cadre mobile et aimant permanent, assure à la méthode la mesure des courants alternatifs de si faible valeur qu'ils soient.

Soit $I$ (fig. 1) la valeur efficace du courant à mesurer,

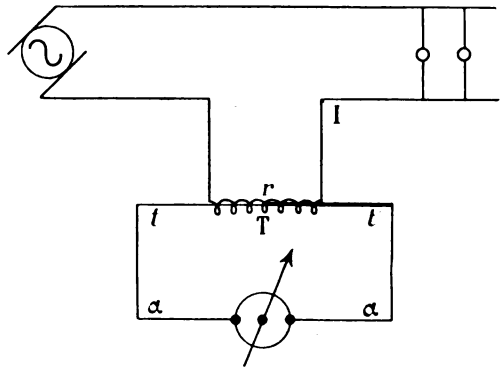



Fig. 1. — Dispositif Chauvin et Arnoux pour la mesure de courants alternatifs à l'aide d'une spirale échauffant un couple thermo-électrique.

$R$ la résistance de la spirale, la quantité de chaleur dégagée par unité de temps au centre de la spirale est

$$Q = kRI^2.$$

Grâce au faible diamètre des fils de la spirale et des fils de cuivre et de constantan formant couple, un équilibre de température s'établit immédiatement à l'intérieur de la spirale et, vu le peu d'élévation de cette température $T$ au-dessus de la température ambiante $t$, on a le droit d'écrire que l'échauffement du couple est proportionnel à la quantité de chaleur dégagée

$$T - t = KQ = KRI^2.$$

Or, le couple thermo-électrique est soumis à cette différence de température $T-t$, et, dans ces limites de température, le couple cuivre-constantan employé donne une force électro-motrice proportionnelle aux différences de température.

En conséquence, le courant $\alpha$, à travers le galvanomètre, est

$$\alpha = K'(T-t) = K'KRI^2.$$

Le galvanomètre à cadre mobile donne des déviations $D$ proportionnelles au courant $\alpha$.

$$D = K''\alpha = K''K'KRI^2.$$

La spirale étant établie en fil à coefficient de température nul, $R$ est constant et

$$D = cI^2.$$

Les déviations du galvanomètre sont donc proportionnelles au carré de l'intensité efficace $I$ du courant alternatif à mesurer.

Dans le cas où la sensibilité du galvanomètre ne permettrait pas une approximation suffisante, on place $n$ spi-

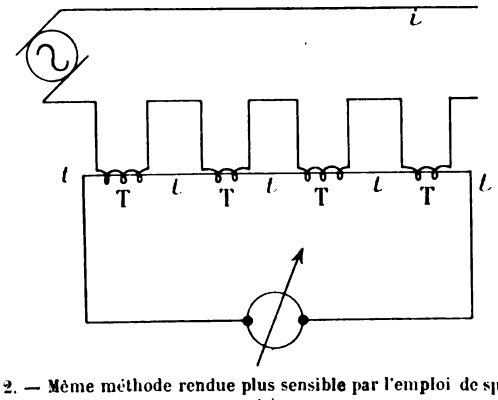



Fig. 2. — Même méthode rendue plus sensible par l'emploi de spirales en série.

rales en série en même temps que les $n$ couples (fig. 2).

Pour chacun des couples on peut écrire

$$Q = kRI^2$$
$$T - t = KRI^2.$$

Le courant $\alpha'$ traversant le galvanomètre est

$$\alpha' = nK'KRI^2$$

en supposant la résistance des couples négligeable, devant la résistance fixe du galvanomètre; et la déviation nouvelle $D'$

$$D' = nK''K'KRI^2 = ncI^2$$
$$D' = nD.$$

Pour une même intensité à mesurer, la sensibilité du galvanomètre se trouve multipliée par $n$.

Pour la mesure des forces électro-motrices efficaces, le même dispositif de couple unique s'emploie en disposant des résistances sans self, dites bobines de circuit, en série avec la spirale.

Dans ce cas, la self de la spirale est négligeable, vu les faibles surfaces des spires et leur nombre réduit.

Digitized by Google

Pour la mesure des faibles puissances (fig. 3), on dispose deux spirales $S_1$ $S_2$ en série, et leurs extrémités libres sont reliées aux bornes d'un shunt de résistance S placé dans le circuit à mesurer, et leur point commun

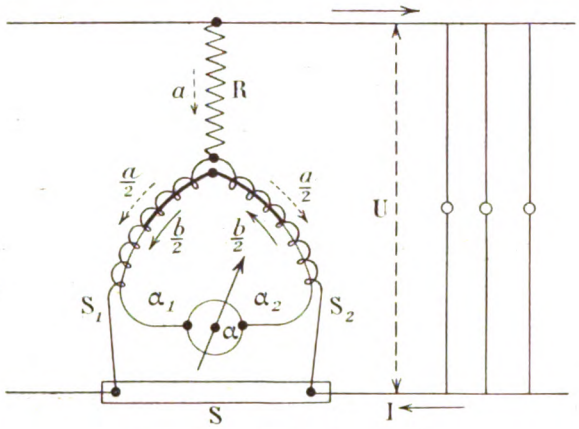



Fig. 3. — Mesure de faibles puissances.

est relié à l'autre pôle par l'intermédiaire d'une bobine de circuit de résistance R.

Soit, à un instant donné, le circuit d'utilisation soumis à une tension $U$ et parcouru par un courant d'intensité $I$ de sens connus.

Le courant $a = c\,U$ se divise en deux courants égaux $\frac{a}{2}$ dans chacune des spirales $S_1$ et $S_2$.

Le courant $\frac{b}{2} = c_2 I$ est dû à la force électro-motrice aux bornes du shunt S produite par le passage du courant $I$.

Chacune des spirales $S_1$ et $S_2$ est parcourue par les courants respectifs

$$\frac{a}{2}+\frac{b}{2} \quad \text{et} \quad \frac{a}{2}-\frac{b}{2}.$$

Or les deux couples sont placés en opposition de telle sorte que le galvanomètre indique le courant

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$$

différence des courants dus à l'échauffement de chacun des couples au-dessus de la température ambiante.

Or,

$$\alpha_1 = Kr\left(\frac{a}{2}+\frac{b}{2}\right)^2 \quad \text{et} \quad \alpha_2 = Kr\left(\frac{a}{2}-\frac{b}{2}\right)^2.$$

Donc

$$\alpha = Krab = c_3 UI$$

et

$$D = k'UI.$$

Les déviations sont donc proportionnelles à la puissance.

Dans le cas du courant alternatif, si $U$ et $i$ sont les forces électro-motrices et intensités instantanées, on a à chaque instant :

$$d = kUi.$$

Le système thermique donnant par définition les valeurs efficaces, la déviation finale est :

$$D = k\frac{1}{T}\int_0^T Ui\,dt$$

et

$$D_w = kU_{\text{eff}}\,I_{\text{eff}}\cos\varphi.$$

Dans le cas où une spirale est reliée directement aux

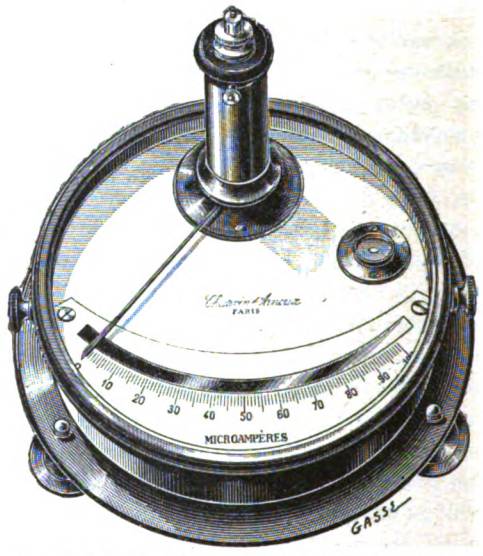



Fig. 4. — Vue d'ensemble du galvanomètre Chauvin et Arnoux.

deux pôles par l'intermédiaire de la résistance R, la déviation est :

$$D_E = k_1 U.$$

Si cette spirale est reliée directement aux bornes du shunt, la déviation est :

$$D' = k_2 I.$$

Ce même dispositif permet donc, par disposition des

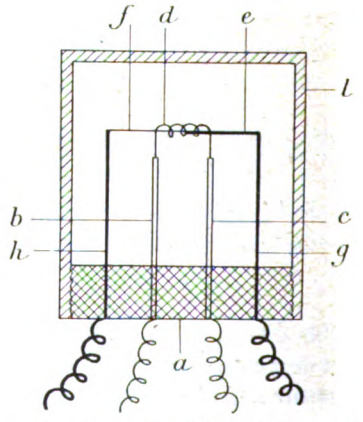



Fig. 5. — Coupe d'un élément de l'appareil.

connexions, la mesure des : puissance, force électromotrice, intensités efficaces et, par conséquent, le calcul direct du déphasage.

$$\cos\varphi = \frac{D_w}{D_E D_I}.$$

Digitized by Google

Pour réaliser un élément (fig. 5), on a disposé sur une pièce isolante *a* deux tiges de prise de courant *b* et *c* recevant les extrémités de la spirale *d*.

Le couple formé des deux fils de constantan *e* et de cuivre *f* est tendu et centré au milieu de la spirale, et ses extrémités sont reliées aux prises de courant *g* et *h*.

Un capuchon *l* destiné à protéger l'ensemble des courants d'air est vissé sur la pièce isolante *a*.

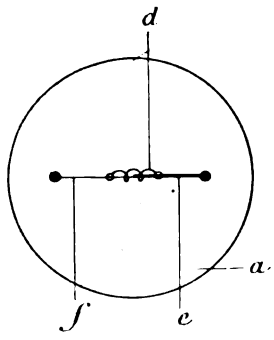


Fig. 6. — Vue en plan.

La figure 6 est une vue en plan, en supposant le capuchon *l* enlevé.

L'appareil doit être réalisé dans les dimensions les plus faibles possible pour obtenir le maximum de sensibilité. C'est ainsi que le solénoïde étant formé de 10 spires de fil de constantan de 0,05 mm, d'une longueur de 5 mm et d'un diamètre intérieur de 1 mm échauffant un couple cuivre-constantan, d'une longueur de 10 mm établi en fil de 0,1 mm, donne la déviation totale d'un galvanomètre à cadre mobile Chauvin et Arnoux, type à aiguille et à suspension élastique pour 20 milliampères. L'élévation de la température de la soudure chaude du couple, au-dessus de la température ambiante, n'excède jamais 20° centigrades.

En disposant quatre couples en série, la déviation totale s'obtient pour 10 milliampères et l'échauffement n'atteint pas 5° centigrades. 16 couples donneraient 5 milliampères, etc.

La sensibilité pourrait être encore considérablement accrue en employant le type de galvanomètre à miroir.

L. Pillier.

---

## NOUVELLE FORME DE PHOTOMÈTRE

### POUR L'ÉTUDE

### DES SOURCES LUMINEUSES DE COLORATION VARIÉE

M. W. Biegon von Czudnochowski a imaginé de perfectionner le photomètre Lambert-Rumford, et il a réalisé ainsi un appareil susceptible d'être employé pour la comparaison des sources lumineuses de coloration très différente.

Au lieu de comparer, comme dans le photomètre Lambert, les ombres d'une seule tige projetées par les deux sources lumineuses sur un écran blanc, l'auteur chercha d'abord à employer un certain nombre de tiges verticales placées dans le même plan, les deux sources à comparer étant elles-mêmes dans un même plan horizontal. On augmente ainsi légèrement la sensibilité du photomètre, mais sans amélioration sensible de l'exactitude des mesures.

Tout autre est le résultat si on emploie deux grilles composées de fils tendus parallèlement que l'on dispose de façon à ce que ces fils se croisent sous un angle de 45 degrés. Dans ce cas, deux séries d'ombres se forment sur l'écran dont les points d'intersection sont beaucoup plus sombres que le reste, les points d'intersection des grilles n'étant éclairés par aucune des deux sources (voy. fig. 1). Le photomètre ainsi composé est évidemment très supérieur au premier, puisque la mesure résulte du contraste entre les ombres et l'écran blanc d'une part et les parties plus sombres des intersections d'autre part.

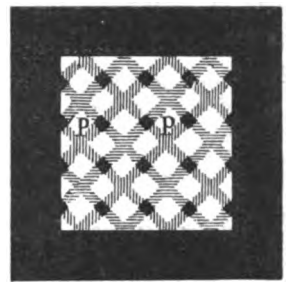


Fig. 1. — Photomètre à grille.

Nous pouvons encore améliorer cet appareil en usant de l'artifice suivant. Lorsqu'on projette l'image d'un corps solide sur un écran semi-transparent, cette image n'est nettement définie que si on la regarde normalement à l'écran : sinon, elle devient plus ou moins floue suivant l'obliquité sous laquelle on l'observe. Si on s'arrange de façon que la direction des rayons venant de la zone lumineuse de gauche par rapport à l'appareil coïncide avec la direction de la vision de l'œil droit de l'observateur, et *vice versa*, l'image formée par cette source apparaîtra nettement pour l'œil droit, tandis que celle formée par la source de droite ne sera vue distinctement que par l'œil gauche. L'effet stéréoscopique est ainsi réalisé, et on observe une série de points noirs qui semblent se détacher sur un fond ou arrière-plan formé par les grilles.

Un dispositif spécial est nécessaire pour réaliser ces conditions : la figure 2 représente une coupe horizontale de celui qui a été imaginé par l'auteur.

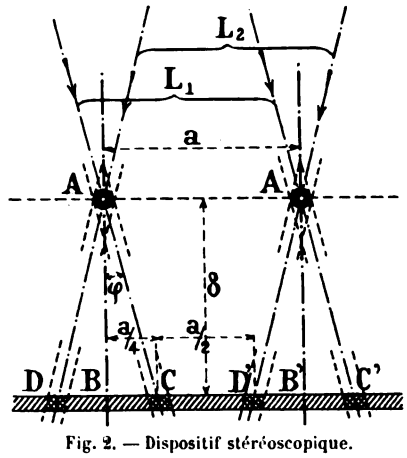


Fig. 2. — Dispositif stéréoscopique.

Soit *a* la distance AA de deux fils, c'est-à-dire la diagonale du losange formé par le croisement des fils des deux grilles; soit *d* la distance AB entre les grilles, et la

Digitized by Google

plaque diffusante formant écran. Si les sources lumineuses à comparer sont placées symétriquement, la distance entre deux lignes d'ombre adjacentes telles que DC, CD', D'C' est égale à $\frac{a}{2}$ et, par suite, $BC = \frac{a}{4}$.

L'angle d'incidence du rayon formant le bord extrême de l'ombre étant $\varphi$, on a :

$$\text{tang } \varphi = \frac{BC}{AB} = \frac{a}{4d} \qquad (1).$$

L'œil de l'observateur doit être placé à une distance de A égale à 25 centimètres environ, soit $n$ cette distance. Si nous supposons les deux yeux distants de $a_0 = 6{,}5$ cm (distance normale), nous avons ainsi :

$$\text{tang } \varphi = \frac{a_0}{2n} \qquad (2).$$

D'où nous tirons :

$$a = d\,\frac{2a_0}{n} \qquad (3).$$

Connaissant $d$, $a_0$ et $n$, nous pourrons déterminer $a$. Comme l'angle d'intersection des fils des deux grilles est de 45°, la distance entre deux fils devient égale à $\frac{a}{\sqrt{2}}$ pour chaque grille.

Une des difficultés rencontrées par l'auteur dans la réalisation de son appareil fut le choix d'une grille convenable; on doit rejeter l'emploi d'un grillage dont les fils superposés à l'endroit où ils se croisent donnent à la grille une épaisseur trop grande; l'auteur recommande l'emploi d'une feuille métallique mince convenablement découpée.

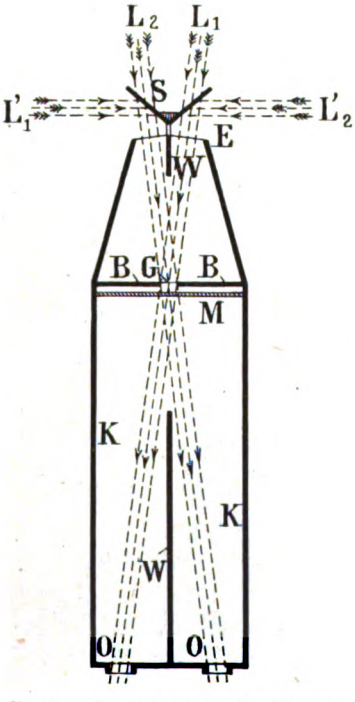


Fig. 3. — Coupe du photomètre Biegon.

La figure 3 représente une coupe par l'axe du photomètre de M. Biegon. KK est un tube métallique noirci à l'intérieur portant à une extrémité deux ouvertures circulaires OO. BB est un diaphragme au centre duquel est placée la grille G. A une petite distance de ce diaphragme est montée la plaque diffusante M. Les écrans W divisent l'appareil en deux parties, droite et gauche. Pour permettre l'emploi de ce photomètre sur un banc photométrique quelconque, on dispose deux miroirs en S qui renvoient les rayons lumineux des deux sources $L'_1$ et $L'_2$.

Ce photomètre est très simple, extrêmement sensible, et permet, comme nous le disions au début, de comparer des sources très différentes comme coloration avec exactitude, attendu que, lorsque les sources sont disposées symétriquement comme il convient, grâce à l'effet stéréoscopique, les bandes d'ombre ont une teinte grise qui reste la même quelle que soit la composition spectrale des sources comparées.

A. Bainville.

## BOBINES EN ALUMINIUM

Quoique l'*Industrie électrique* se soit déjà occupé de cette question (1), il semble cependant que les renseignements suivants peuvent présenter quelque intérêt; ils sont empruntés à une étude de M. F. Singer, parue dans la *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, à propos d'un brevet d'invention demandé en Suisse par M. Hopfelt.

Cet inventeur a, comme on le sait, utilisé la propriété bien connue de l'aluminium de se recouvrir, même à la température ordinaire, d'une couche isolante d'oxyde, pour laquelle la tension disruptive atteint au moins 0,5 v. Les fils d'une même couche ne sont munis d'aucun isolant spécial; au besoin, les diverses couches sont isolées entre elles au moyen de papier.

Des essais entrepris de divers côtés ont montré que cette disposition est excellente, que non seulement on réalise une économie, mais que le poids est diminué, et dans certaines conditions également le volume occupé par la bobine. Pour les machines employées dans les endroits humides, dans ceux où on a à craindre des vapeurs acides, pour les tramways, la sécurité est plus grande que dans le cas d'emploi de bobines ordinaires. L'action de l'humidité a pour effet de renforcer la couche isolante, de sorte qu'elle peut parfois résister à une tension de 100 v.

Quand la carcasse d'une bobine en aluminium est en matière incombustible, cette bobine peut supporter, d'une façon continue, une température dépassant 100°. Quelques expériences entreprises par l'inventeur sont particulièrement intéressantes.

Une bobine dont les diverses couches sont isolées au papier a, quand elle est plongée dans de l'eau, la même résistance ohmique qu'auparavant. Une bobine avec carcasse en presspahn et couches séparées par du carton de 0,1 mm d'épaisseur, a été portée à une très haute température par le passage d'un courant : la chaleur développée fut telle, que le carton fut carbonisé et que la carcasse menaçait de tomber en morceaux. En frappant avec un

(1) Voy. les numéros 362 du 25 janvier 1907 et 365 du 10 mars 1907.

Digitized by Google

marteau sur cette bobine, le carton carbonisé tomba, et cependant on a constaté que la résistance ohmique n'avait pas varié; la pellicule d'oxyde isolante avait donc été renforcée, puisque l'isolant entre couches était devenu inutile.

Une bobine enroulée pour 110 v a pu, sans être endommagée, supporter pendant quelques moments une tension continue de 700 v, et, pendant une minute, une tension alternative de 1000 v.

On a émis, de divers côtés, la crainte que l'oxydation ne se propage peu à peu à l'intérieur du fil et n'en diminue la section utile. Cette crainte doit être écartée : l'expérience acquise en Amérique avec les lignes aériennes en aluminium le montre; M. J. Park, dans une conférence à la « Canadian Electrical Society », dit que les lignes en aluminium ont une plus grande durée que celles en cuivre.

Dans les machines électriques, où la question du volume occupé par une bobine est importante, on pourrait craindre que l'aluminium, qui a une résistivité plus élevée que celle du cuivre (rapport de 1,7 à 1), occupe plus d'espace; jusqu'à un diamètre de 1,3 à 1,5 mm, c'est au contraire l'aluminium qui occupe le moindre volume à cause de la suppression de l'isolant.

Dans l'établissement d'une bobine en aluminium, il faut tenir compte du fait que le coefficient d'augmentation de résistance avec la température n'est que de 0,0036 au lieu de 0,004 pour le cuivre, c'est-à-dire de 10 pour 100 inférieur, et qu'en outre une bobine en aluminium nu se refroidit plus facilement qu'une bobine en cuivre isolé; des expériences ont montré qu'à égalité de construction une bobine en aluminium peut-être chargée de 20 pour 100 en plus que celle en cuivre, pour la même augmentation de température. En tenant compte de ces faits, on peut admettre dans les calculs que le rapport des résistivités est de 1,5 à 1.

L'auteur donne ensuite le tableau que nous avons reproduit dans le n° 362 de *l'Industrie électrique*, et qui donne une comparaison entre les poids, volumes occupés, prix de revient, etc., de bobines en cuivre et en aluminium.

La construction d'une bobine en aluminium est très simple :

Les spires sont enroulées à la manière ordinaire, et les diverses couches sont séparées par une feuille de substance autant que possible hygroscopique (amiante, carton, toile) de faible épaisseur (0,1 à 0,4 mm). Il faut faire attention à ce que ces feuilles soient de quelques millimètres plus longues que la bobine.

Quand la bobine est terminée, on peut renforcer la couche d'oxyde isolante en plongeant la bobine dans de l'eau et y faisant passer du courant; bien entendu, la carcasse doit être en substance ne craignant pas l'eau.

Des bobines de transformateurs enroulées bifilairement et dans lesquelles de grandes différences de tension interviennent, peuvent avoir leur isolement augmenté en plongeant, pendant quelques minutes, la bobine terminée dans un bain électrolytique de sel de calcium (citrique, vinique ou acétique), dissous dans de l'eau, la bobine étant reliée au pôle positif et une plaque de plomb au pôle négatif.

Une bobine traitée ainsi et séchée au four peut supporter des différences de tension de 100 v entre spires adjacentes.

Avec le courant alternatif, la pellicule isolante d'oxyde se forme beaucoup plus lentement; aussi fera-t-on bien, quand une bobine destinée à du courant alternatif est enroulée, d'y faire passer, pendant environ un quart d'heure, un courant continu d'une densité telle que la température de la bobine atteigne, pendant ce temps, 100 à 120°.

Jusqu'ici il avait été difficile de souder l'aluminium, et quoiqu'il ne soit pas absolument nécessaire, dans la construction d'une bobine, d'avoir une bonne soudure, le procédé actuel de soudure autogène sans appareil spécial, peut rendre des services dans certains cas. La pâte employée pour la soudure, quand on y plonge l'extrémité des fils, empêche la formation d'une couche isolante au joint. Naturellement, on peut utiliser des bobines en aluminium dans la construction des appareils à faible courant, sonneries, etc.

F. Loppé.

---

EFFET DES LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE

SUR LA

## VENTE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Tel est l'objet principal d'un mémoire, fort documenté, lu dernièrement à l'*Institution of Electrical Engineers* par MM. H. W. Handcook et A. H. Dykes. Peu de questions semblent plus opportunes; aussi donnerons-nous, d'après notre confrère *Electrical Engineering* (1), l'analyse de cet important travail.

Les auteurs remarquent d'abord que, étant données les lampes à filament métallique, telles que les lampes de 25 à 30 bougies sous 110 volts, dépensant 40 watts, les consommateurs pourront, selon le cas, ou assurer leur éclairage avec un nombre moindre de foyers et réduire ainsi leur consommation, ou, sans diminuer beaucoup celle-ci, augmenter simplement leur éclairage. En ce qui concerne les particuliers, la cherté des lampes et le fait que leur emploi, aux environs de 100 volts, n'est avantageux que pour les puissances lumineuses relativement fortes, n'en rendent l'adoption possible, aujourd'hui, que pour le consommateur certain de réduire, de ce fait, sa dépense totale d'éclairage, ou tout au moins de ne pas l'augmenter. S'il s'agit d'installations actuellement composées, en majeure partie, de foyers isolés, avec inter-

(1) *Electrical Engineering* du 16 avril 1908, p. 581 à 585.

Digitized by Google

rupteur distinct pour chacun d'eux, l'économie de courant résultant de l'emploi des lampes par deux en série serait insuffisante, d'après les auteurs, pour généraliser d'ores et déjà l'adoption des lampes à filament métallique. Par contre, dans le cas des magasins, halls et locaux industriels, où les lampes fonctionnent à peu près toutes à la fois, la dépense de courant, même à égalité du nombre total des lampes, serait réduite d'environ un tiers, pour une augmentation d'éclairement de 50 pour 100, sinon plus.

Quant à la durée des lampes montées en série, les auteurs constatent qu'elle dépend beaucoup des variations de la tension de distribution et que, dans les conditions ordinaires, cette durée est beaucoup moindre que pour les lampes en parallèle. Pour les lampes Osram de 100 à 110 volts, on admet une durée effective de 750 heures, mais en calculant le coût de renouvellement des lampes; il ne faut pas oublier que la casse, dans le transport, est une considération sérieuse. Pour les lampes au tantale, une même durée de 750 heures est garantie, que les lampes marchent en parallèle ou par deux en série; dans le dernier cas, toutefois, il est nécessaire que les lampes soient convenablement accouplées, et que, l'une venant à brûler, toutes deux soient remplacées (celle à demi usée étant appariée avec une autre dans le même état), et que la tension de la lampe corresponde, non pas à la tension déclarée ou nominale, mais à la tension maxima, susceptible de se produire sur le circuit considéré.

Venant à la diminution de consommation qui résulte de l'emploi de ces lampes dans un secteur donné, les auteurs observent que si cette diminution, par consommateur, est réduite d'un tiers, il ne suffira pas, pour maintenir le bénéfice au même taux, d'augmenter le nombre des consommateurs de 50 pour 100, car cela ramènerait simplement la production au chiffre primitif, sans faire cas du notable surcroît de frais de services, de relevé de compteurs et autres frais administratifs.

Le mémoire s'occupe ensuite de l'emploi des lampes à filament métallique de 25 volts, alimentées par le courant alternatif principal, au moyen d'un auto-transformateur (1). Dans leurs propres domiciles, chacun des auteurs a eu recours à ce dispositif, branchant, l'un et l'autre, un auto-transformateur sur la distribution principale à 200 volts, et en dérivant 8 circuits de chacun 25 volts. Cette basse tension permet d'employer des lampes à filament métallique de 25 volts et de 7 à 12 bougies décimales, qui sont meilleur marché comme premier établissement, d'un rendement meilleur, enfin plus robustes, que les lampes de 100 volts.

La dépense de la lampe Osram de 8 bougies-25 volts est estimée à 10 watts, et celle de la lampe de 15 bougies à 16 watts. Les auteurs ont essayé des transformateurs provenant de constructeurs divers, mais tous enroulés de manière à former 8 circuits, à raison de 25 volts et 4 à 5 ampères par circuit, et appropriés à l'emploi sur distribution principale à 200 volts, 50 périodes par seconde. Ils ont reconnu que la consommation à vide, toutes lampes éteintes, était de 12 à 15 watts. Afin d'éviter cette perte, tant la nuit que le jour, on a disposé, sur le sol et sur le parquet des chambres, des commutateurs à deux directions, au moyen desquels on coupe les transformateurs, la soirée finie, pour ne rétablir leur communication que le lendemain au moment d'allumer, le service des chambres étant assuré, dans l'intervalle, par des lampes à filament de carbone. Actuellement, d'ailleurs, il existe dans le commerce plus d'un système permettant de couper automatiquement le transformateur en éteignant la dernière lampe, et de le rétablir au premier allumage. Finalement, les auteurs ont trouvé que la consommation, chez eux, n'était plus que le tiers ou la moitié de ce qu'elle était autrefois. Les lampes de faible puissance s'utilisent dans toutes les positions et sont d'une dimension courante, de sorte qu'elles conviennent à n'importe quel abat-jour ordinaire. Leur prix est de 3,75 fr au lieu de 5 fr, et un lustre de 6 lampes de 8 bougies, par exemple, consomme la même quantité d'énergie qu'une lampe ordinaire à filament de carbone de 16 bougies.

Dans le même ordre d'idées, le mémoire cite quelques expériences comparatives effectuées par une grande maison à Londres, sur une partie de son installation comprenant 50 lampes de 8 bougies. Tandis qu'avec les lampes à filament de carbone, le relevé du compteur, après deux heures d'allumage, accusait 3,25 kw-h, il n'accusait plus que 1,10 kw-h, après le même temps, avec les lampes Osram de 25 volts sur auto-transformateur.

Sans doute, la même combinaison ne peut s'appliquer au courant continu, mais alors on a la ressource des lampes de 200 volts-40 bougies-50 watts, aujourd'hui dans le commerce.

Comparant ensuite l'effet actuel de réduction de consommation, dans les stations centrales, avec l'effet produit par l'introduction des manchons incandescents sur la consommation du gaz, les auteurs vont jusqu'à examiner parallèlement les conditions d'exploitation des deux industries : gaz et électricité, cette dernière — ils le prouvent — de beaucoup la plus ingrate en général. Mais bien que les chiffres cités à cet égard, d'après les renseignements du *Board of Trade*, ne manquent pas d'éloquence, les reproduire ici est chose d'autant moins utile que, vu les conditions fort différentes chez nous, de part et d'autre, ces chiffres perdraient beaucoup de leur signification et de leur valeur.

Rentrant dans le vif du sujet, le mémoire analyse l'économie totale réalisée, dans le cas d'une grande firme de Londres — précisément celle déjà citée plus haut — qui a substitué aux lampes à filament de carbone des lampes à filament métallique de 25 volts, alimentées par un auto-transformateur. L'installation comprenait

(1) Voy. à ce sujet l'article de notre collaborateur M. A. Bainville, dans *L'Industrie électrique* du 10 mai 1908, p. 197.

Digitized by Google

686 lampes de 8 bougies, consommant à l'origine, et par an, 36 260 kw-h, payés au prix moyen de 0,36 fr le kw-h. Le compte annuel de dépense s'élevait alors à 15 115 fr, dont 13 100 fr pour l'énergie électrique, et 2015 fr pour le renouvellement des lampes. Avec les lampes Osram de 25 volts, la consommation annuelle fut seulement de 12 500 kw-h, d'où, en supposant pour l'énergie le même prix de 0,36 fr, et pour les lampes la même durée, la dépense annuelle ressortirait à 10 563,23 fr, dont 4518,23 fr d'énergie et 6045 fr de renouvellement de lampes. Ainsi, dans le dernier cas, les fabricants de lampes auraient bénéficié d'un chiffre d'affaires environ trois fois supérieur à l'ancien, tandis que la station centrale aurait perdu 65 pour 100 de sa recette. De fait, l'écart ne fut pas tout à fait aussi grand dans le cas envisagé, l'installation étant desservie suivant un tarif proportionnel basé uniquement sur la quantité consommée, de sorte que le compte d'énergie ressortit en réalité à 5112,50 fr (10 000 kw-h à 0,42 fr et 2500 kw-h à 0,365 fr), au lieu de 4500 fr, et la dépense totale, y compris le renouvellement des lampes, à 11 272,50 fr. Si l'installation avait été taxée d'après le système de la demande maxima, ou maximum de consommation, celle-ci, d'ailleurs, eût été réduite dans la même proportion que la consommation totale, et le prix unitaire eût été maintenu à 0,36 fr, au lieu de subir une légère augmentation.

Les auteurs passent ensuite au point essentiel du mémoire : une proposition de révision du système de taxe, grâce à laquelle le déficit de consommation, dû à l'emploi de lampes à filament métallique, n'affectera pas la vente de l'énergie électrique aussi gravement que, à leur sens, elle en est d'ailleurs menacée. Ils préconisent comme évidemment avantageux, à la fois pour le producteur et pour le consommateur, un système n'exigeant pas de compteur spécial pour la force motrice, le chauffage et toutes destinations autres que l'éclairage. D'après le système proposé, lorsqu'un consommateur (ou abonné) voudra être desservi, il déclarera, comme à présent, le nombre et la puissance des lampes qu'il comptera employer, et, d'après cela, le directeur de la station estimera la puissance maxima probable. C'est ce que les auteurs appellent la *puissance souscrite* du consommateur. Celui-ci aura à payer annuellement une somme fixe, basée sur le montant de la *puissance souscrite*, plus un certain prix par kw-h. Les exemples suivants montreront la manière de déterminer ce prix, en pratique :

Une station centrale à courant alternatif dispose sur ses feeders d'une charge maxima de 713 kw, et le total des *puissances souscrites* serait probablement estimé à environ 990 kw, selon la nature de la charge fournie.

| | |
|---|---|
| Les frais d'intérêt et d'amortissement absorbent . . | 155 075 fr. |
| Les autres *frais préliminaires* (1) se montent à. . . | 111 225 |
| Soit au total . . . . . | 266 300 fr. |

(1) Les auteurs entendent par *frais préliminaires*, les frais indépendants de la production réelle, et comprenant, dans le cas des compagnies, un dividende raisonnable.

Ce total, divisé par 990, donne 270 fr (1) comme frais fixes par kw *souscrit*. Les *frais de production* par kw-h étant de 0,0906 fr, portons-les à 0,10 fr pour laisser une certaine marge au bénéfice.

Les taxes seraient donc de 270 fr par kw *souscrit*, et de 0,10 fr par kw-h consommé.

Pour être mieux compris, considérons d'abord deux installations types, A et B :

A a l'équivalent de 60 lampes de 8 bougies et consomme 655 kw-h à 0,573 fr, soit, au tarif simple actuel : 375 fr de consommation.

Le montant de la *puissance souscrite* serait probablement fixé à 0,9 kw, et les taxes, d'après le nouveau système, seraient alors :

| | |
|---|---|
| 0,9 kw à 270 fr . . . . . | 243,00 fr. |
| 655 kw-h à 0,10 fr . . . . . | 65,50 |
| Total . . . . . | 308,50 fr. |
| Soit 0,47 fr par kw-h. | |

B a l'équivalent de 55 lampes de 8 bougies, et consomme 350 kw-h à 0,573 fr, soit, au tarif simple actuel : 200 fr de consommation.

Le montant de la *puissance souscrite* étant fixé à 0,9 kw, les taxes seraient :

| | |
|---|---|
| 0,9 kw à 270 fr . . . . . | 243 fr. |
| 350 kw à 0,10 fr . . . . . | 35 |
| Total . . . . . | 278 fr. |
| Soit 0,79 fr. par kw-h. | |

Les tramways, d'autre part, prennent, par an, 360 000 kw-h.

Estimant la *puissance souscrite* à 100 kw, les taxes seraient :

| | |
|---|---|
| 100 kw à 270 fr . . . . . | 27 000 fr. |
| 360 000 kw-h à 0,10 fr . . . . . | 36 000 |
| Total . . . . . | 63 000 fr. |
| Soit 0,175 fr par kw-h. | |

Prenons comme exemple, ensuite, un magasin :

Installation comprenant 20 lampes de 40 watts chacune, et consommant par an 400 kw-h.

*Puissance souscrite* : 0,8 kw.

Les taxes seraient donc :

| | |
|---|---|
| 0,8 kw *souscrit* à 270 fr. . . . . | 216 fr. |
| 400 kw-h à 0,10 fr. . . . . | 40 |
| Total. . . . . | 256 fr. |
| Soit 0,64 fr par kw-h. | |

Comme application à la force motrice, prenons pour exemple un moteur de 7,5 kw, à charge variable, celle-ci estimée être de 50 heures par semaine.

Les taxes seraient les suivantes :

| | |
|---|---|
| *Puissance souscrite*, soit 10 kw à 270 fr . . . . . | 2700 fr. |
| Consommation annuelle, estimée à 13 500 kw, à 0,10 fr le kw-h . . . . . | 1350 |
| Total . . . . . | 4050 fr. |
| Soit 0,30 fr par kw-h. | |

(1) En prenant 990 kw, au lieu de 713 kw, comme maximum de charge sur les feeders de la station, le consommateur est justement indemnisé par rapport aux divers facteurs accidentels.

Digitized by Google

Soumis à un tarif simple, l'abonné à cette force motrice ne pourrait, sans désavantage pour le producteur, être taxé à un taux moindre, vu son privilège de survenir au moment de la charge maxima. Si, toutefois, l'abonné voulait consentir à n'actionner son moteur qu'en dehors des heures d'éclairage, ou tout au moins en dehors de la période correspondant à la charge maxima, sa taxe de *puissance souscrite* pourrait être équitablement fixée à raison, par exemple, de 125 fr par kw.

Son compte alors s'établirait ainsi :

| | |
|---|---|
| *Puissance souscrite*, 10 kw à 125 fr. . . . . | 1250 fr. |
| 15 500 kw-h à 0,10 fr. . . . . | 1550 |
| Total . . . . . | 2600 fr. |

Soit par kw-h 0,19 fr, au lieu de 0,50 fr.

Afin d'empêcher le consommateur d'excéder sa *puissance souscrite*, les auteurs proposent de munir chaque installation d'un *indicateur de limite*, ayant pour rôle d'intercaler une résistance dans le circuit lorsque cette puissance est dépassée, ce dont l'abonné s'aperçoit à l'éclat amoindri de ses lampes. Si l'intéressé a estimé trop peu sa *puissance souscrite*, il est présumable qu'il demandera que son indicateur soit réglé pour une puissance supérieure.

Leur système ainsi exposé, les auteurs ne laissent pas d'observer que son application se heurte actuellement à deux difficultés. D'abord, le chapitre 31 des articles de la loi relative à l'éclairage électrique stipule que, dans le cas des concessionnaires usant d'une méthode de taxe spéciale (laquelle doit être approuvée par le *Board of Trade*), tout consommateur a le droit, en prévenant par écrit un mois à l'avance, d'exiger des concessionnaires l'arrêté de son compte d'après la quantité réelle d'énergie à lui livrée. De plus, le *Board of Trade*, dans la plupart de ses ordonnances sur l'éclairage électrique, a fixé le maximum de taxe, pour toute consommation de 20 kw-h, à 16,70 fr, et à 0,85 fr par kw-h supplémentaire. (Cette dernière taxe de 0,85 fr étant réduite, dans certains cas, à 0,75 fr.)

En terminant la lecture du mémoire, M. Handcock remarque que, depuis deux mois seulement que celui-ci fut rédigé, bien du nouveau s'est produit. On vend actuellement deux lampes à filament métallique pour une à filament de carbone. Bien des points, naguère soupçonnés, sont aujourd'hui patents, et les résultats, d'ailleurs conformes aux prévisions des auteurs, démontrent au surplus que l'effet des filaments métalliques est si complexe, qu'il échappe à toute généralisation. D'abord, il ne se trouve pas deux stations centrales affectées de même; puis il faut tenir compte des diverses époques de l'année, plus ou moins favorisées par les affaires, suivant les cas. D'autre part, s'il est avéré que la puissance absorbée pour la *distribution de lumière*, dans les stations centrales, a doublé ou triplé d'un seul coup, il y aura sans doute peu de demandes nouvelles jusqu'à ce que les affaires aient repris un cours normal. Par contre, les fabricants de lampes récolteront le juste fruit de leurs efforts, et les entrepreneurs d'installations partageront leur prospérité. Quant aux entreprises d'éclairage électrique, elles n'ont certainement à craindre, dans leur commerce, qu'un trouble temporaire, vu la marge énorme dont elles disposent pour élever le prix de vente actuel de l'énergie, non sans laisser encore au consommateur un gain sur le coût de sa lumière par filaments de carbone. Certes, conclut encore l'auteur, nous devons toujours aller de l'avant. Pourvu que la situation soit propice aux affaires, comme on peut l'augurer, l'avenir ne manquera pas de champ; aussi bien, les stations centrales doivent être jugées, non d'après la somme de *kilowatts-heure vendus*, mais d'après les *dividendes payés*.

A son tour, M. Dikes vient appuyer de quelques remarques personnelles, d'abord le rôle doublement précieux du système de la *puissance souscrite*, qui tend à faire supporter au petit consommateur l'augmentation de taxe, et à favoriser l'emploi du courant pour les applications autres que l'éclairage. Il insiste ensuite sur l'avenir réservé au commerce de l'énergie électrique par les conditions nouvelles, avenir plutôt rassurant si, grâce à la marge de prix existante, et sans avoir à faire appel aux Pouvoirs publics, on peut arriver graduellement à répartir les taxes, d'une manière judicieuse, sur toute l'échelle des consommations.

A. Reynier.

---

## LA
# TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
## DES CHUTES DU RHONE
### DE BELLEGARDE A PARIS

Dans le courant de novembre dernier, le préfet de la Seine instituait, par arrêté, une Commission chargée d'étudier au triple point de vue scientifique, administratif et financier, la question du transport à Paris des forces hydrauliques du Rhône.

Cette Commission est ainsi composée : MM. Maurice Lévy, membre de l'Institut, président. — Sept conseillers municipaux : MM. Félix Roussel, Chassaigne-Goyon, Evain, Dausset, Landrin, Pierre Morel, Ernest Moreau. — Six directeurs ou ingénieurs de la ville : MM. Boreux, Derouin, Desroys du Roure, Lauriol, Locherer, de Pontich. — Neuf ingénieurs ou directeurs de Sociétés d'électricité : MM. Armand, Biles, Boucher, de la Brosse, Chaigneau, Cordier, Leblanc, Lorain, Petsche. — Sept ingénieurs ou fonctionnaires de l'État : MM. Charguéraud, Delafond, Flamant, Guillebot de Neuville, Résal, Séjourné, Walckenaer.

Au cours de la discussion sur l'organisation du régime de l'électricité à Paris, la question de ce transport d'énergie fut soulevée et le rapporteur de la question,

Digitized by Google

M. Félix Roussel, y consacra une partie de son volumineux et intéressant rapport.

Le rapporteur avait été du reste saisi, par les services techniques de la ville de Paris, d'un projet très étudié dans tous ses détails, dû à M. Harlé. Ce même projet n'était lui-même que la mise au point d'un avant-projet de MM. Blondel, Harlé et Mahl, qui avait été présenté au Ministre des travaux publics, le 26 avril 1905. Abandonné pendant quelques années et oublié du public, il fut repris en 1905 par ses auteurs qui présentèrent au préfet de la Seine un nouveau mémoire au mois de mars 1906, suivi d'un mémoire complémentaire au mois de janvier 1907.

Rappelons qu'il ne s'agit pas, en la circonstance, de concurrencer les concessionnaires actuels d'éclairage et de force motrice, dans la distribution du courant à basse tension, mais de fournir de l'énergie le plus directement possible aux gros consommateurs par l'intermédiaire d'une canalisation appartenant à la ville de Paris ou à ses concessionnaires, ou d'une canalisation spéciale.

Cela étant admis, il était nécessaire de se rendre compte avant toute chose si l'importance de la puissance à utiliser était en rapport avec celle des travaux à exécuter. C'est ce que M. Harlé a parfaitement mis en lumière dans son projet. Les services publics susceptibles d'employer à Paris l'énergie électrique comprennent : 1° le Métropolitain; 2° l'éclairage et la force motrice; 3° les tramways, fiacres et automobiles électriques; 4° les lignes de pénétration des grands réseaux de chemins de fer.

Or voici, d'après les calculs détaillés du mémoire, sur quels chiffres de consommation on pourrait compter dans quelques années, de la part de ces différents services :

| | Millions de kw-h. |
|---|---|
| 1° Métropolitain (une fois son réseau entièrement terminé) | 100 |
| 2° Éclairage et force motrice (dont plus de 60 millions pour l'éclairage) | 300 |
| 3° Tramways, omnibus, voitures électriques | 100 |
| 4° Voies de pénétration des chemins de fer (en se basant sur une évaluation quotidienne de 2400 trains de voyageurs d'un parcours de 25 km et sur un transport de 10 millions de tonnes de marchandises) | 125 |
| | 625 |

Au total, environ 700 millions de kw-h en chiffres ronds. Même en ne comptant tout d'abord que sur une fourniture minima de 200 millions de kw-h et sur une puissance utilisée de 70 000 kw, l'entreprise correspond à des besoins assez vastes pour qu'on tente sa réalisation.

Nous ouvrons ici une parenthèse pour indiquer que les chiffres ci-dessus sont empruntés au rapport de M. Harlé; ceux qui suivent sont extraits, tant de ce même rapport que d'une remarquable étude de M. De Lamacodie, publiée dans la *Revue générale des sciences*. Nous nous aiderons également d'un article publié dans le *Journal de l'Éclairage au gaz et à l'électricité*, et d'un résumé très clair, dû à la plume d'un estimé confrère, M. Henri Laporte, ingénieur qui s'est spécialisé dans ces questions économiques et industrielles.

Ainsi que le dit M. Henri Laporte, une première question se pose immédiatement. Est-il possible de faire — en obtenant un rendement pratique — un transport d'énergie à une distance qui atteint presque 450 km?

La réponse aujourd'hui n'est pas douteuse. Un tel transport non seulement est théoriquement possible, mais encore a été réalisé au cours de ces dernières années dans des conditions qui se rapprochent beaucoup de celles-ci. Comme toujours, ce sont les États-Unis, le pays des grandes audaces industrielles, qui nous en fournissent les meilleurs exemples. C'est ainsi que l'on peut citer la ligne construite par la Compagnie Stanley entre Colgate et Oakland et San-Francisco. La distance entre les points extrêmes est de 222 milles ou de 358 km et le transport se fait sous une tension de 60 000 volts.

En France, où les initiatives sont plus modestes, on compte le transport d'énergie de Plombières à Lyon qui permet à 4650 kw de parcourir 180 km sous une tension de 57 000 volts, et celui de Brillanne à Marseille, qui distribue à une distance un peu moindre 34 000 kilowatts.

D'autres projets vont d'ailleurs bientôt être réalisés qui dépassent en hardiesse ceux exécutés jusqu'à ce jour. C'est ainsi que la ville de Stockholm se propose d'effectuer un transport de 44000 kw à 600 km et qu'un syndicat minier du Johannesburg vient d'élaborer un projet pour amener du Zambèze au Transvaal l'énergie de Victoria-Falls, soit un parcours de 1200 km.

On voit donc que le projet de M. Harlé n'a rien d'utopique et que l'on peut parfaitement songer à chercher pour Paris une mine de houille blanche dans un rayon de 400 à 500 km.

Le projet Harlé suppose un barrage dans les gorges du Rhône, en aval de Bellegarde; une usine hydro-électrique à proximité du barrage; deux lignes distinctes de transport; une usine réceptrice à l'arrivée. Cette usine d'une puissance de 115 000 kw, pourrait, grâce aux réserves d'eaux aménagées en amont du barrage, fournir l'équivalent de cette puissance aux heures de pointe, même en temps d'étiage, c'est-à-dire dans la période des plus basses eaux. Dans la période des eaux moyennes, c'est-à-dire pendant la plus grande partie de l'année, l'usine d'arrivée serait en mesure d'assurer un débit de vingt-quatre heures de 100 000 kw et même plus.

La dépense totale d'installation de ces divers organes ne dépasserait pas 60 millions. La dépense fixe de capitaux et d'exploitation s'élèverait au maximum à 5 500 000 fr.

En faveur de ce projet, on peut citer : 1° l'importance du débit qui à l'étiage ne descend guère au-dessous de 150 $m^3$ : s; 2° la rapidité de la pente. On peut recueillir ainsi sur ce parcours une puissance brute d'au moins 75 000 poncelets à l'étiage, presque décuplée pendant les crues.

D'autre part, les utilisations locales font défaut, la région lyonnaise étant suffisamment pourvue par les chutes d'eau des Alpes déjà aménagées. La rivière de

Digitized by Google

l'Ain et les autres chutes de la même région, après avoir satisfait aux exigences des industries environnantes, présentent encore un fort excédent de force motrice disponible. C'est ainsi qu'après trente ans d'existence la Société de Bellegarde, titulaire d'une concession de 7500 poncelets de puissance, n'a pu en utiliser sur place qu'une partie. Le transport à Paris de l'énergie du Haut-Rhône pourra donc servir les intérêts de la capitale et de sa banlieue sans nuire aux intérêts locaux.

Le mémoire de M. Harlé se termine par un exposé financier dans lequel le prix de revient du kw-h est établi pour diverses durées de fonctionnement annuel et en répartissant les frais sur un minimum de 200 millions de kw-h. (Pour la vapeur on a pris le cas d'une production aussi économique que possible.)

| Durée de fonctionnement de chaque kilowatt installé en heures. | Prix de revient par la vapeur en centimes. | Prix de revient hydro-électrique en centimes. |
|---|---|---|
| 1000 | 10,8 | 6,9 |
| 1200 | 9,8 | 6,0 |
| 1500 | 8,7 | 4,8 |
| 2000 | 7,6 | 3,7 |
| 2500 | 7,0 | 3,1 |
| 2800 | 6,7 | 2,8 |
| 3000 | 6,6 | 2,6 |
| 6000 | 5,5 | 1,6 |

On voit que, quelle que soit la durée de fonctionnement du kw, l'économie réalisée serait considérable, environ 4 cm : kw-h.

Il a été calculé, de plus, qu'à la fin de la période d'amortissement le prix de revient du kw-h pourrait varier entre 1 centime et 0,5 centime.

L'Administration municipale de la ville de Paris a fait diverses objections à ce projet. Les premières portent sur l'incertitude de la réalisation subordonnée à une autorisation des pouvoirs publics.

A celle-là, M. Harlé répond que l'autorisation ne saurait être refusée à la Ville de Paris plus que ne l'ont été les autorisations qu'elle a sollicitées des pouvoirs publics pour la captation des eaux de source de la Vanne, de la Dhuis, de l'Avre, du Lunain, etc. Les oppositions locales ne reposent sur aucun élément assez sérieux pour faire échec au projet, si la ville de Paris se décide à poursuivre ou seulement à en appuyer l'exécution. D'ailleurs le Parlement, et il l'a bien prouvé par la loi de 1906 et par d'autres projets soumis actuellement à ses délibérations, est partisan de l'extension de l'industrie électrique par l'usage des forces hydrauliques naturelles.

Les services municipaux ont ensuite fait valoir le retard pouvant résulter des formalités administratives.

M. Harlé répond que ce retard n'est à craindre que si la Ville de Paris se désintéresse de la question. Il cite l'exemple de la Société de la Force motrice du Rhône qui a obtenu la concession de la chute d'eau de Jonage par une loi, dans un délai de six mois, et cela se passait en 1892, à une époque où l'expérience n'avait pas donné une suffisante confiance dans le transfert de la force hydraulique à grande distance. M. Harlé fait remarquer que son projet résume trois questions d'intérêt public primordiales (distribution de l'énergie à Paris, fourniture d'énergie à bon marché le long de la ligne aux entreprises de transport, établissement d'une voie navigable de Lyon à Genève), qui doivent lui valoir encore bien plus facilement la faveur des pouvoirs publics, le jour où les représentants attitrés du département de la Seine diront qu'ils veulent voir aboutir cette affaire.

La troisième objection porte sur la possibilité de difficultés techniques imprévues. « Cette objection, répond M. Harlé, pouvait être faite contre la première solution qui comportait l'exécution de deux tunnels de 4 à 5 km. Elle n'a pas de raison d'être par rapport à la nouvelle solution qui comporte seulement l'édification à ciel ouvert d'un grand barrage, fondé sur le rocher, dans un emplacement particulièrement favorable, à proximité immédiate d'une gare de chemin de fer. Le barrage des Chèvres, établi sur le Rhône à quelques km en aval de la ville de Genève, n'a nécessité pour sa construction que deux campagnes et un délai total de deux ans et demi, malgré les circonstances peu favorables. En prévoyant trois ans pour l'exécution, nous sommes donc larges. D'ailleurs, notre matériel électrique et notre ligne peuvent être installés pendant le même temps et ne présentent aucun aléa sérieux. »

La quatrième objection porte sur l'imprudence d'alimenter Paris par une source située à 450 km.

Elle a de la valeur, s'il s'agit d'assurer l'éclairage électrique de Paris qu'on ne peut subordonner à la sécurité d'une longue ligne de transport. Mais le projet Harlé ne vise que la fourniture à la ville d'un appoint important d'énergie pour la force motrice, énergie que pourront actuellement utiliser les concessionnaires de l'éclairage, mais qui ne les dispenserait pas d'avoir au moins une usine à vapeur.

La cinquième objection est relative aux délais trop longs de réalisation. M. Harlé trouve, avec raison, la durée de dix ans, prévue par les ingénieurs de la Ville, exagérée. Elle représente au moins le double de la réalisation la moins favorable.

« Or, dit M. Harlé, il est facile de voir qu'un retard de quelques années dans l'exécution ne présente en l'espèce aucun inconvénient; non seulement les secteurs, avec leurs dispositions actuelles, et la nouvelle usine de 18 500 kw qu'on se propose de construire immédiatement, permettront de faire face aisément pendant cinq ans aux augmentations d'éclairage, mais encore les grandes usines nouvelles de Saint-Denis, Vitry, etc., feront face aisément pendant le même temps aux demandes de force motrice que les secteurs ne sont pas en état de satisfaire par leurs réseaux de lumière, à cause des perturbations qui en résulteraient sur ce réseau. Bien plus, la Ville de Paris ne peut ignorer que la récente invention de la lampe à filaments métalliques, et notamment à filaments de tungstène, dont la consommation spécifique est seulement le tiers des lampes à filaments de carbone, va amener un arrêt momentané dans la

Digitized by Google

consommation pour l'éclairage, qui compensera probablement pendant quelques années l'accroissement du nombre des consommateurs; l'appoint nouveau d'une seule usine de 18500 kw, aidée par la fourniture de l'usine de Saint-Denis et des usines des secteurs, sera largement suffisante pendant cinq ans.

« En effet, la lampe à incandescence de 32 bougies, consommant actuellement environ 110 w, sera remplacée par une lampe de 32 bougies n'en consommant que 40. Les lampes de 16 bougies consommant 55 w seront remplacées les unes par des lampes de 16 bougies consommant 20 watts, les autres par des lampes de 32 bougies consommant 40 w. Dans l'ensemble, la consommation peut donc être réduite de 30 à 50 pour 100. »

La sixième objection porte sur les charges supplémentaires résultant des usines à vapeur de secours.

« On peut objecter, répond M. Harlé, contre nos prix de revient, qu'ils ne tiennent pas compte des charges supplémentaires d'usines de secours, si nous devons les installer. Les ingénieurs de la Ville ont établi dans leur premier rapport, un calcul de ces charges, qu'ils évaluent à 7 pour 100 du coût d'établissement de 500 fr par kw, soit 35 fr par an. Nous sommes assez disposé à admettre ce chiffre, ainsi que leurs conclusions, d'ailleurs favorables; nous ferons cependant remarquer qu'on peut, actuellement, établir des usines génératrices à turbines à vapeur, à un prix inférieur. D'après les plus récentes installations anglaises, il semble qu'on puisse descendre à un chiffre voisin de 350 fr, tout compris, ce qui réduirait à 25 fr environ, au lieu de 35 fr, les charges supplémentaires. Mais il faut, en compensation, tenir compte des suppléments de bénéfices que peut réaliser l'entreprise par ailleurs, en vendant aux usines à vapeur existantes tout ou partie de ses excédents d'énergie, en dehors de 70000 kw qu'elle peut distribuer aux abonnés réguliers de force motrice. »

La septième objection porte sur le manque de satisfaction donnée aux besoins locaux. Les ingénieurs de la Ville disent qu'en enlevant à Bellegarde l'énergie du Rhône, on risquerait de méconnaître les besoins locaux. M. Harlé répond qu'il est facile de se rendre compte qu'il y a pléthore de chutes d'eau dans les régions avoisinant sa chute. On trouve facilement 40 000 poncelets dans la région du Rhône sans avoir besoin d'aller les chercher sensiblement plus loin que l'ont fait les tramways de Lyon par le transport d'énergie de Moutiers à Lyon. A Bellegarde même, M. Harlé pourrait fournir aux abonnés actuels, pour leur donner satisfaction, une quantité suffisante d'énergie, sans nuire au succès de l'entreprise. L'intérêt local serait même beaucoup mieux satisfait par la possibilité d'utiliser sur place, pour les industries électrochimiques, les excédents de force motrice dont on disposerait pendant plus de six mois de l'année, en plus de l'énergie transportée à Paris. Les départements de l'Ain et de la Haute-Savoie sont loin d'utiliser actuellement les chutes d'eau dont ils disposent.

Enfin, sur le parcours de Bellegarde à Paris, quelques milliers de poncelets distribués aux services de transport, tels que les tramways de l'Yonne, satisferaient amplement aux besoins locaux.

La huitième et dernière objection porte sur le défaut d'organisation financière. M. Harlé combat cette objection et s'offre à fournir la justification d'un appui financier suffisant.

Le Conseil municipal a donc agi sagement, en réservant la possibilité de l'utilisation des forces hydrauliques. Il a si bien compris l'intérêt d'un tel projet qu'il a formellement invité l'Administration à faire d'ores et déjà les démarches nécessaires pour que l'État ne dispose pas de toutes les forces encore libres et en réserve d'importantes à la Ville de Paris.

C'est dans ce même esprit que le préfet de la Seine a pris l'arrêté dont nous parlons en tête de cet article, arrêté qui nous montre que la question sera étudiée dans le ferme désir de la faire aboutir. A. Z.

## LAMPES JANDUS A CHARBONS MINÉRALISÉS

Depuis l'apparition des lampes à arc à charbons minéralisés, on a cherché à utiliser ces charbons dans les lampes en vase clos; cela s'explique aisément par le mauvais rendement lumineux de ces dernières lampes.

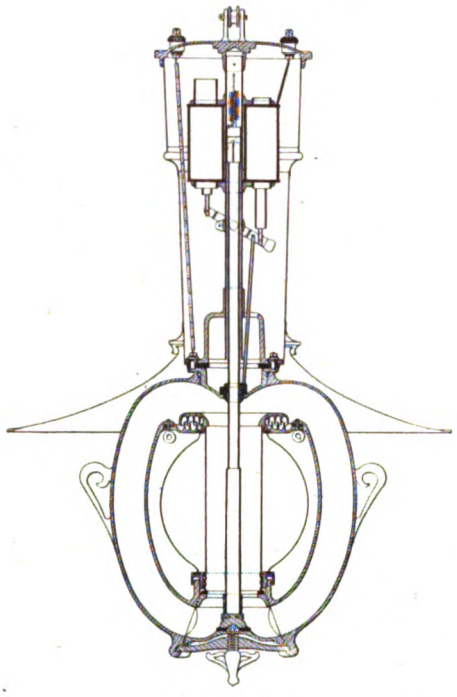
L'amélioration du rendement des lampes à incandescence par l'utilisation des filaments métalliques a porté un coup mortel à la lampe en vase clos à charbons ordinaires dont l'emploi était restreint au cas particulier où le prix excessif de la main d'œuvre dominait toutes autres considérations. L'amélioration du rendement que l'on peut espérer par la substitution des charbons minéralisés aux charbons ordinaires constitue donc aujourd'hui le seul moyen de réhabiliter ce type de lampe. Mais les difficultés que présente cette substitution sont sérieuses : les abondantes fumées que dégage la combustion des crayons minéralisés constituent un obstacle qui semble, à priori, incompatible avec la marche de l'arc en vase clos; il faut refroidir ces fumées en dehors du globe où se fait la combustion, sans faire appel à l'air extérieur; aussi les lampes étudiées jusqu'ici sont-elles compliquées et très encombrantes.

La solution présentée par la nouvelle lampe Jandus est originale et semble résoudre heureusement le problème. Elle consiste à réduire au minimum les fumées produites par la combustion en employant des charbons peu minéralisés; mais, pour pouvoir réduire la minéralisation, sans compromettre le rendement lumineux qui nécessite une certaine quantité de particules d'oxydes métalliques sur le trajet de l'arc, les inventeurs ont imaginé de les ramener constamment vers l'arc par une circulation convenable.

Digitized by Google

Comme on le voit sur la figure, qui représente une coupe verticale de la nouvelle lampe Jandus, cette circulation se fait dans deux tubes latéraux qui sont reliés par joints étanches à la cheminée centrale; le mouvement circulatoire est provoqué par l'ascension des gaz chauds dans cette cheminée; les fumées en excès se déposent dans les parties coudées des deux tubes.

Certains détails de construction sont assez ingénieux comme, par exemple, la pièce inférieure qui sert à réunir



Lampe Jandus.

les deux tubes en même temps qu'elle constitue le support du charbon positif inférieur; cette pièce fait un joint étanche qui est facilement démontable en dévissant l'écrou à oreilles placé à la partie inférieure de la lampe.

Le mécanisme de cette lampe est identique à celui de l'ancien modèle de lampe Jandus: il n'y a jusqu'ici qu'un seul modèle établi qui donne une intensité moyenne sphérique de 2200 bougies avec maximum à 45 degrés.

Sous 100 volts cette lampe consomme 5,5 ampères. La durée des charbons est de 70 heures; mais elle atteint parfois 100 heures. Le montage peut se faire par deux lampes en série sur 200 volts ou trois en série sous 500 volts.

Les charbons positifs sont des charbons ordinaires rainés sur leur surface extérieure; c'est dans ces rainures que sont logés les sels métalliques destinés à augmenter le rendement lumineux.

La courbe de répartition du flux lumineux de cette lampe tracée par comparaison avec une lampe à flamme et une lampe à vase clos ordinaire est assez curieuse. On remarque que le maximum d'intensité se produit à 45°, et la puissance lumineuse hémisphérique moyenne est de 2200 bougies. Cette lampe donnerait donc pour la même consommation une puissance lumineuse supérieure de 50 pour 100 à celle émise par une lampe à flamme à charbons inclinés. A. B.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 25 mai 1908.*

**Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux.** — Note de MM. C.-E. Guye et A. Bron, transmise par M. Lippmann. — La plupart des expériences effectuées en vue d'établir une relation entre la différence de potentiel efficace, l'intensité et la longueur de l'arc alternatif entre métaux, ont conduit à des résultats discordants.

La raison de ces divergences doit être recherchée dans la complexité même du phénomène de l'arc alternatif et surtout dans la difficulté de préciser dans chaque cas particulier les conditions de stabilité, surtout s'il s'agit d'arcs longs et peu intenses.

L'étude que nous venons de terminer nous a montré que c'est en majeure partie à l'importance plus ou moins grande que prend dans l'arc alternatif la période d'extinction par rapport à celle d'allumage qu'il faut attribuer la diversité des résultats. En d'autres termes, *la différence de potentiel mesurée dépend dans de larges limites du degré de stabilité de l'arc*, à tel point que toute cause (pression du gaz, refroidissement, courant d'air, diminution de la self-induction ou de la résistance du circuit, etc.) qui tend à diminuer cette stabilité, c'est-à-dire à prolonger la durée de l'extinction, se traduit immédiatement, comme il est aisé de s'en rendre compte, par une augmentation de la différence de potentiel efficace aux électrodes.

Le même défaut de stabilité, en produisant des extinctions momentanées, peut d'ailleurs entacher d'erreur les expériences effectuées sur l'arc à courant continu.

*En disposant d'une énorme réserve de tension à circuit ouvert* (20 000 v environ dans nos expériences), et en portant *les électrodes à une température voisine de leur point de fusion, nous avons obtenu des arcs d'une* extrême stabilité.

Dans ces conditions, la période d'extinction devient négligeable et les résultats expérimentaux sont d'une interprétation aisée et tout à fait conforme aux idées actuelles sur le mécanisme de l'arc. Nous avons en effet constaté qu'alors la *différence de potentiel, toutes conditions égales, tend vers une limite inférieure approximativement la même, quelle que soit la nature du métal des électrodes, à la condition qu'il soit peu volatil.*

| | Volts. |
|---|---|
| Platine | 472 |
| Or | 473 |
| Palladium | 468 |

Digitized by Google

| | Volts. |
|---|---|
| Argent | 477 |
| Cuivre (1) | (479) |
| Nickel | 472 -485 |
| Fer | 477 |
| Aluminium | 455 -500 |

Le tableau précédent résume une série d'expériences effectuées dans l'air (pression 40 cm de mercure) pour une distance d'électrodes de 4 mm et une intensité alternative 0,1 A (fréquence 50).

On voit que les différences de potentiel ne diffèrent entre elles que de quelques centièmes; seuls les arcs au nickel et à l'aluminium ne paraissent pas avoir atteint une stabilité complète.

*En expérimentant dans les mêmes conditions sur les métaux qui dégagent d'abondantes vapeurs métalliques, la différence de potentiel est alors plus petite.*

Nous avions en effet :

| | Volts. |
|---|---|
| Cadmium | 340 -360 |
| Zinc | 285 -295 |
| Magnésium | 242 |

Ces expériences nous paraissent fournir l'explication de bien des divergences obtenues antérieurement; elles sont en outre tout à fait conformes à la théorie actuelle de l'arc.

En effet si, d'une part, il est nécessaire que la cathode et, dans le cas de l'arc alternatif, les deux électrodes soient portées à l'incandescence, de façon à émettre les électrons nécessaires au maintien de l'arc, *c'est le milieu ionisé par leur choc qui intervient principalement dans la différence de potentiel et, dans le cas des arcs longs et peu intenses, ce milieu est sensiblement le même (air), quels que soient les métaux électrodes, pourvu qu'ils soient peu volatils.* Abstraction faite des chutes anodique et cathodique, relativement peu importantes dans les arcs longs et de faible intensité, la différence de potentiel doit donc être à peu près indépendante de la nature des métaux électrodes.

Il n'en est naturellement plus de même si le milieu qui sépare les électrodes est chargé d'abondantes vapeurs métalliques, comme c'est le cas avec les arcs courts et intenses ou même avec les métaux volatils.

Nos expériences, qui seront publiées en détail ailleurs, ont également révélé, comme on l'a observé déjà pour les arcs courts et intenses, un minimum de la différence de potentiel lorsque la pression du gaz va en diminuant; ce minimum se produit dans l'azote comme dans l'air et, semble-t-il, quel que soit le métal électrode.

Dans nos expériences, les pressions correspondant au minimum, étaient de l'ordre de 5 cm à 7 cm de mercure. Il semble donc qu'à partir d'une certaine raréfaction le nombre des molécules gazeuses interposées entre les électrodes n'est plus suffisant pour que l'ionisation puisse s'effectuer normalement et qu'il faille alors augmenter la différence de potentiel si l'on veut maintenir le même courant.

Fait digne de remarque, la loi de décroissance du potentiel avec la pression est rigoureusement linéaire, si l'on expérimente dans les conditions d'extrême stabilité.

(1) La plus grande divergence a été observée sur l'arc au cuivre pour lequel nous avons trouvé dans l'air 502 volts. Cette divergence peut être attribuée à la présence d'une couche d'oxyde qui recouvre les électrodes et qui augmente l'instabilité. En expérimentant dans l'azote, la différence de potentiel, quoique plus petite en valeur absolue, est presque la même avec le cuivre et le platine. Elle est, pour ces deux métaux, dans le rapport de 472 à 479. Le chiffre de 479 est donc un chiffre corrigé.

**Sur l'existence et l'origine des harmoniques dans l'étincelle de self-induction.** — Note de M. G.-A Hemsalech. — Dans une note antérieure(1) j'ai exposé les résultats obtenus en photographiant sur une pellicule mobile des étincelles de self-induction; on faisait passer la lumière à travers un collimateur pourvu d'une fente, de sorte qu'on recevait sur la pellicule l'image de cette dernière.

Ce dispositif avait permis de révéler dans les oscillations la présence de stries équidistantes dont la fréquence représentait des rapports rationnels avec celle des oscillations de la décharge, et j'avais émis l'hypothèse que ces stries étaient produites par des oscillations d'ordre supérieur constituant des harmoniques de l'oscillation fondamentale.

Or, cette hypothèse a été déclarée fausse par MM. Battelli et Magri(2), qui, en se basant sur leurs propres expériences, ont donné une tout autre interprétation à ce phénomène. D'après ces auteurs, les stries que j'ai observées seraient dues à des expulsions irrégulières et parfois intermittentes des vapeurs métalliques. On verra dans la suite que cette interprétation ne peut aucunement s'appliquer aux stries que j'ai étudiées, et il est probable que le dispositif expérimental employé par MM. Battelli et Magri ne leur a pas permis de mettre en évidence le phénomène en question.

Pour étudier les oscillations supérieures, je me suis servi de deux méthodes différentes : la méthode photographique et la méthode du courant d'air.

*La méthode photographique.* — Cette méthode permet de suivre le développement des harmoniques dans chacune des oscillations fondamentales d'une même étincelle où leur présence est accusée par des stries régulièrement espacées. Ces stries sont causées par une augmentation momentanée de la luminosité des vapeurs métalliques, augmentation due au passage du courant de l'harmonique. On peut d'ailleurs, sur beaucoup de mes photographies, suivre les trajectoires de projection des vapeurs métalliques et constater ainsi qu'elles sont très souvent indépendantes des stries dues aux harmoniques, ce qui indique que les stries, dans ces cas, sont produites par la propagation d'une luminosité dans la vapeur métallique. Il résulte de la différence d'inclinaison des deux courbes que la vitesse de cette luminosité est généralement uniforme et plus grande que la vitesse de projection de la vapeur métallique.

Il est avantageux d'employer comme électrodes des métaux dont les vapeurs sont riches en raies actiniques, tels que le magnésium; mais autrement la nature du métal employé n'influe pas sur la régularité du phénomène. Sans entrer dans les détails qui seront publiés ailleurs, il suffit de dire que les

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 741.

(2) Battelli et Magri, *Atti R. Acc. dei Lincei*, t. XVI, 1907, p. 12.

Digitized by Google

photographies furent mesurées à l'aide d'une machine à diviser et la fréquence des stries comparées à celle des oscillations. C'est ainsi que j'ai constaté que les chiffres représentant les rapports de ces deux fréquences se rapprochent des nombres entiers. Voici quelques chiffres obtenus pour la première oscillation de chaque étincelle : 4,05, 3,91, 4,08 et 4,04 avec des électrodes en cuivre; 3,11, 3,12, 3,05, 4,05, 5,06, 5,01, 10,07, etc. avec des électrodes en magnésium. Il est difficile de croire que ces résultats soient accidentels. Pour les autres oscillations d'une même décharge, les stries sont moins marquées et souvent difficiles à mesurer. Les nombres suivants représentent les rapports entre harmoniques et fondamentales pour différentes oscillations d'une même étincelle : première oscillation, 4,05; deuxième oscillation, 4,30; troisième oscillation, 6,95; huitième oscillation, 7,72; dixième oscillation, 8,02; vingtième oscillation, 7,95.

*Méthode du courant d'air.* — En employant le dispositif décrit antérieurement (1) on peut mettre en évidence l'existence des harmoniques d'une façon extrêmement nette. D'abord avec un courant d'air relativement faible, les oscillations fondamentales se séparent les unes des autres et forment une série de petits arcs lumineux. Si maintenant on augmente la vitesse du courant d'air, on voit les oscillations se décomposer à leur tour en les harmoniques qui les constituent. Ces harmoniques sont du même ordre que celles obtenues avec la méthode photographique. Or, j'ai démontré (2) que les oscillations obtenues de cette manière donnent le spectre de bandes de l'azote; par conséquent, leur visibilité est due à la luminescence de l'azote, luminescence provoquée par le passage du courant électrique.

Ainsi, avec cette méthode, la vapeur métallique n'intervient pas et *cette expérience établit d'une manière éclatante la réalité du phénomène.*

*Influence d'un champ magnétique sur les oscillations.* — Le dispositif à courant d'air est installé entre les pôles d'un électro-aimant de telle sorte que la direction du courant d'air soit perpendiculaire et les oscillations dans un plan parallèle aux lignes de force.

En établissant le champ, on constate que les oscillations fondamentales et supérieures sont fortement déviées de leur position et tendent à se placer dans un plan perpendiculaire aux lignes de force. Chacun des petits arcs lumineux se comporte, en effet, comme un fil métallique parcouru par un courant électrique. La traînée de vapeur métallique qui parcourt le champ magnétique perpendiculairement aux lignes de force n'est pas influencée dans ces conditions.

*Influence des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer.* — Lorsqu'on introduit dans la bobine de self-induction un cylindre en zinc, la fréquence des oscillations fondamentales est augmentée (3). J'ai pu constater que les harmoniques sont influencées dans le même sens et qu'elles gardent leur caractère comme telles. Les nombres suivants ont été obtenus pour leurs rapports : 4,91, 5,22 et 4,82. De la même sorte, l'introduction d'un cylindre en fer a pour résultat de supprimer les harmoniques aussi bien que les fondamentales.

*Origine des harmoniques.* — Des expériences récentes m'ont montré que les oscillations supérieures prennent naissance dans la bobine de self-induction insérée dans le circuit de décharge du condensateur et qu'elles sont régies par la nature de cette bobine. Ainsi une self-induction, constituée par un solénoïde d'environ 1 m de longueur et 20 cm de diamètre, donne des harmoniques bien développées avec deux couches de fil (254 tours par couche). Avec une seule couche de cette même bobine, les harmoniques deviennent très faibles par rapport aux oscillations fondamentales. Avec une bobine plate de 25 couches de fil (25 tours par couche) le phénomène n'a pas été observé. Un autre solénoïde de 12 couches (150 tours par couche) le montra de nouveau très bien.

MM. Caudrelier et Léauté ont repris ces expériences au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, pour étudier la nature et la cause de ces harmoniques.

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1105.
(2) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227.
(3) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1522.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. p. E. s. e.),
*de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROSELET,
42, *boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

386 171. — **Albihn.** — *Procédé et four pour produire des réactions chimiques au moyen de l'arc électrique* (15 janvier 1908).

386 080. — **Weissmann.** — *Nouveau système de montage des lampes à incandescence* (10 janvier 1908).

386 172. — **Linzeler.** — *Support pour lampes électriques* (15 janvier 1908).

385 923. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Perfectionnements dans les locomotives électriques* (3 janvier 1908).

386 259. — **Société Van der Steene Gabel et Honoré.** — *Tête de trol'ey à déviation libre* (16 janvier 1908).

386 296. — **Société dite : J. Stone and Company Limited.** — *Perfectionnements apportés à l'éclairage électrique des voitures de chemins de fer et autres* (17 janvier 1908).

386 587. — **Société de Matériel téléphonique Georges Aboilard et Cie.** — *Commutateur téléphonique automatique* (9 avril 1907).

386 426. — **De Forest.** — *Perfectionnements dans la télégraphie sans fil* (22 janvier 1908).

386 427. — **Société dite : Ateliers Thomson-Houston (anciens établissements Postel-Vinay).** — *Perfectionnements aux lignes auxiliaires reliant des bureaux centraux téléphoniques* (10 avril 1907).

386 507. — **Fribourg.** — *Bimicrophone* (24 janvier 1908).

8750/370 734. — **Société dite : Ateliers Thomson-Houston (anciens établissements Postel-Vinay).** — *Perfectionnements aux tables multiples téléphoniques* (9 avril 1907).

8751/842 353. — **Tardieu.** — *Microphone et récepteur téléphoniques* (7 janvier 1808).

386 574. — **Lavo.** — *Perfectionnements apportés aux moteurs ou dynamos électriques différentiels et en particulier aux moteurs d'automobiles ou de traction* (25 janvier 1908).

Digitized by Google

386 588. — **Provost-Duhamel.** — *Générateur thermo-électrique* (9 avril 1907).

386 487. — **Jacob.** — *Accumulateur à oxyde léger* (25 janvier 1908).

386 640. — **Lavo.** — *Machine dynamo-électrique génératrice ou motrice à ventilation automatique, bi- ou multipolaire* (26 janvier 1908).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

**Compagnie du Chemin de fer Métroplitain de Paris.** — *Assemblée générale ordinaire du 12 mars 1908.* — Rapport du Conseil d'Administration. — Travaux de la Ville de Paris. — *Premier réseau.* — Les travaux exécutés en 1907 sur le premier réseau, entièrement exploité depuis le 15 juillet 1906, ont consisté dans l'addition d'un nouveau tunnel sur la ligne n° 2 Sud, à la jonction du boulevard Auguste-Blanqui et de la place d'Italie.

Cette addition, que nous avons annoncée dans notre précédent rapport, a permis de faire circuler des trains directs entre la place de l'Étoile et la gare du Nord, en passant par la gare Montparnasse, la place d'Italie, la gare d'Orléans, la Bastille, la place de la République et la gare de l'Est.

Le travail, exécuté par la Ville de Paris avec participation de notre Compagnie, s'est poursuivi pendant toute l'année et ne s'est terminé qu'au commencement de 1908; mais le passage des trains a été possible à partir du 15 octobre.

*Deuxième réseau.* — La première fraction du deuxième réseau se compose de la section de la porte de Clignancourt au boulevard de Strasbourg, et de la section du boulevard de Strasbourg au pont d'Austerlitz.

Le dernier tronçon d'infrastructure nous a été remis le 11 juillet 1907, et la totalité de cette fraction est à l'heure actuelle en exploitation.

La deuxième fraction du même réseau est constituée par la section du boulevard de Strasbourg à la porte d'Orléans, complétant la ligne n° 4.

La partie comprise entre le boulevard de Strasbourg et le Châtelet, ayant été terminée comme infrastructure, nous en avons pris possession le 27 avril 1907.

Le lot de la traversée de la Seine, qui y fait suite, est toujours en cours d'exécution.

A partir de l'extrémité de ce lot, au carrefour de l'Odéon jusqu'à la traversée du chemin de fer de Ceinture aux abords de la porte d'Orléans, l'infrastructure a été terminée au cours de 1907.

Enfin, le dernier lot, comprenant le passage sur le chemin de fer de Ceinture et la boucle terminus de la porte d'Orléans, est en voie d'achèvement.

La troisième fraction du même réseau, constituée par la ligne n° 6, du Cours de Vincennes à la place d'Italie, était entièrement terminée en 1906, et nous en avons accepté la livraison le 15 octobre 1907, par anticipation sur la partie non achevée de la précédente fraction.

*Troisième réseau.* — Le troisième réseau comprend deux fractions : la ligne n° 7, dite du Palais-Royal à la place du Danube, et la ligne n° 8, d'Auteuil à l'Opéra, par Grenelle.

Les travaux d'infrastructure de la ligne n° 7 entre la rue des Petits-Champs et la rue de Crimée, se sont terminés en 1907.

Ainsi que nous vous l'avons annoncé précédemment, la Ville de Paris a décidé de modifier la boucle terminale de la place du Danube, en prolongeant la ligne jusqu'à la porte du Pré-Saint-Gervais. Les travaux résultant de cette modification, à partir de la rue de Crimée, ont été commencés en 1907, et se poursuivent encore à l'heure actuelle.

L'entente relative à cette modification s'est établie entre la Ville de Paris et notre Compagnie, en même temps que celle relative au réseau complémentaire.

La question de l'autre terminus de la ligne, en deçà de la rue des Petits-Champs, est expressément réglée dans cette convention afférente au réseau complémentaire.

Les travaux d'infrastructure de la ligne n° 8, adjugés en 1906, ont été commencés en 1907, sauf dans les traversées de la Seine et à la boucle terminale d'Auteuil.

Sur les quatre lots adjugés, deux ont présenté toute l'année une activité normale : les deux autres se trouvent au contraire arrêtés, les ouvriers ayant abandonné les chantiers, et les tentatives de reprise du travail ayant échoué jusqu'ici.

Les projets d'exécution des traversées de la Seine ont été approuvés, savoir :

Le 22 mai 1907, pour la traversée voisine du pont Mirabeau.

Le 22 juin 1907, pour la traversée voisine du pont de la Concorde.

Enfin, le terminus de la porte d'Auteuil et les passages sous le chemin de fer de Ceinture, au boulevard Exelmans, ayant fait l'objet d'une décision du 31 juillet 1907, de M. le Ministre des travaux publics, ont été approuvés par le Conseil municipal dans sa dernière session (mars 1908).

Ce terminus a donné lieu à des remaniements qui doivent faire l'objet d'un accord entre la Ville et votre Compagnie. Les dispositions approuvées sont, d'une manière générale, conformes à nos desiderata, et nous ne doutons pas que l'entente se réalise.

*Prolongements et embranchements.* — Le prolongement de la ligne n° 3 sur la porte Champerret et l'embranchement de la ligne n° 7 sur la porte de la Villette, déclarés d'utilité publique le 26 février 1907, viennent d'entrer dans la période d'exécution. Les projets d'exécution de l'infrastructure ont été approuvés le 30 décembre 1907, et les travaux ont été adjugés le 25 janvier 1908, en quatre lots. On en est actuellement aux mesures préparatoires de remaniements d'égouts et d'organisation des chantiers.

La ligne dite du Trocadéro à la porte de Saint-Cloud a fait l'objet d'une convention de concession à notre Compagnie, adoptée en dernier lieu par une délibération du 12 juillet 1907. Le dossier en est soumis à l'Administration supérieure, en vue de la déclaration d'utilité publique.

Travaux exécutés par la Compagnie. — *Voie et stations.* — Au cours de l'année 1907, nous avons équipé les voies et aménagé les stations du dernier tronçon de la ligne n° 5, compris entre la station « Rue de Lancry » et le terminus « Gare du Nord ».

Les ouvrages d'infrastructure ont été remis par la Ville de Paris successivement le 4 octobre 1906, le 16 avril et le 11 juillet 1907; les travaux de gros œuvre des importantes stations « Gare de l'Est » et « Gare du Nord », commencés en mars 1907, se sont trouvés assez avancés en octobre pour que les aménagements intéressant la ligne n° 5 y fussent entrepris, de telle sorte que l'exploitation a pu être poussée jusqu'à la gare du Nord à la date du 16 novembre 1907.

Entre temps, nous avons préparé la mise en service de la partie de la ligne n° 4 située sur la rive droite de la Seine, c'est-à-dire entre la station « porte de Clignancourt » et la station « Châtelet ». Les travaux du gros œuvre des accès des stations, adjugés le 24 mai 1907 en trois lots, ont été commencés en août et septembre, après l'achèvement d'importantes déviations et modifications d'égouts. Les ouvrages d'infrastructure nous ont été remis par la Ville de Paris à la date du 2 avril 1907, et l'équipement des voies y a été commencé

Digitized by Google

immédiatement. La ligne vient d'être ouverte à l'exploitation le 21 avril dernier.

Nous avons pris possession, à la date du 15 octobre 1907, des ouvrages d'infrastructure de la ligne n° 6, du cours de Vincennes à la place d'Italie. Les marchés pour l'équipement de cette ligne et pour l'exécution des accès souterrains ont été passés de manière que la mise en service puisse avoir lieu au cours de cet été.

*Usine et sous-stations.* — Pendant l'année 1907, la sous-station République, destinée à alimenter la ligne n° 5, a été construite, équipée et mise en service. De plus, nous avons préparé l'alimentation électrique de la ligne n° 4 : deux postes de transformation ont été installés à la sous-station Barbès, où des emplacements avaient été réservés à cet effet. Une batterie d'accumulateurs y a été ajoutée, en vue de l'alimentation de l'éclairage protégé. Deux autres groupes de transformation ont été installés dans un local aménagé dans le sous-sol des Halles, en attendant que l'achèvement des travaux souterrains de la traversée de la Seine permette d'alimenter la partie centrale de la ligne par une sous-station en cours de construction dans la Cité.

*Distribution de l'énergie.* — Nous avons commencé en 1907 la pose de canalisations primaires, devant alimenter la sous-station République en courant triphasé produit, soit par notre usine de Bercy, soit par l'usine de la Société d'électricité de Paris à Saint-Denis.

Nous avons de plus exécuté deux galeries reliant, d'une part, la sous-station République à la ligne n° 5, d'autre part, la sous-station Barbès à la ligne n° 4. Ces galeries contiennent les canalisations secondaires alimentant en courant continu la traction et l'éclairage.

*Ateliers de construction.* — Pendant l'année 1907, nous avons entrepris l'exécution d'ateliers importants en vue desquels, ainsi que nous vous l'annoncions dans le précédent rapport, nous avions acquis un terrain sur le territoire de la commune de Saint-Ouen, à proximité de la porte de Clignancourt.

Ces ateliers sont actuellement en voie d'achèvement.

Ils comprennent :

| | |
|---|---|
| Un atelier de petit entretien, avec hangar de lavage et de remisage | 4 184 m². |
| Un atelier de réparations, comportant forge et emballage, montage et ajustage, peinture, bobinage, etc. | 5 829 |
| Un atelier de menuiserie, avec magasin à bois | 668 |
| Des magasins, bureaux et bâtiments de service | 1 089 |
| Total de la surface couverte | 11 770 m². |

Ces ateliers sont reliés par un souterrain de 350 m de longueur, avec la boucle terminale de la ligne n° 4, près de la porte de Clignancourt.

Les locaux de petit entretien ont été mis en service pour l'ouverture de la ligne n° 4.

*Lignes en exploitation.* — Les travaux exécutés en 1907 sur les lignes en exploitation ont été peu importants.

Nous avions adjugé, le 28 juin, des travaux d'amélioration de la station de l'Étoile, dont nous vous avions entretenus l'an dernier, et qui avaient pour objet de diminuer les encombrements qui se produisent dans cette station d'échange.

Les travaux se poursuivaient régulièrement, lorsqu'une grève s'est déclarée au mois d'octobre sur les chantiers de l'entreprise, au moment où allaient commencer les maçonneries du nouveau quai et des galeries d'accès et d'intercommunication. Cette grève est connexe avec celles qui ont suspendu depuis plus de six mois les travaux d'infrastructure de la ligne n° 8. Toutes tentatives de reprise du travail ayant échoué, nous avons poursuivi et obtenu la résiliation du marché par voie judiciaire, et nous avons réadjugé les travaux.

*Matériel roulant.* — Le matériel roulant comprenait, au 31 décembre 1907, un total de 780 voitures, se décomposant comme suit :

Automotrices :

| | |
|---|---|
| A essieux parallèles | 12 |
| A bogies | 353 |

Remorques de 2e classe :

| | |
|---|---|
| A essieux parallèles | 157 |
| A bogies | 73 |

Remorques de 1re classe :

| | |
|---|---|
| A essieux parallèles | 109 |
| A bogies | 76 |

soit en tout 305 motrices de 415 remorques.

*Usine et sous-stations.* — A l'usine de Bercy, nous continuons d'étendre l'application des chargeurs automatiques, qui nous donnent satisfaction pour la conduite des chaufferies.

De plus, en vue de parer aux conséquences du chômage des canaux ou de toute autre cause d'arrêt dans les arrivages de charbon, nous aménageons à proximité immédiate de l'usine un parc à charbon, avec appareils de manutention mécanique, où nous entretiendrons un approvisionnement permanent de combustible.

Nous préparons l'installation d'une nouvelle sous-station de transformation électrique dans la Cité, pour l'alimentation de la partie centrale de la ligne n° 4.

*Distribution de l'énergie.* — La galerie construite en 1898 entre notre usine de Bercy et la ligne n° 1 est devenue insuffisante pour contenir les câbles tant primaires que secondaires, dont le nombre a augmenté parallèlement avec le développement de l'usine et du réseau qu'elle alimente. Nous avons reconnu qu'il était nécessaire de construire une seconde galerie, parallèle à la précédente, permettant d'aménager convenablement la totalité des câbles existants et à prévoir entre l'usine de Bercy et le réseau.

L'une des galeries contiendra uniquement les câbles primaires à haute tension allant aux sous-stations : la seconde recevra les câbles secondaires distribuant le courant continu à basse tension pour la traction et l'éclairage.

*Aération.* — Ainsi que nous vous l'annoncions l'année dernière, nous avions présenté à l'approbation administrative un projet d'ensemble d'aération des lignes en exploitation, au moyen d'ouvertures à pratiquer dans un certain nombre de stations existantes. Ce projet a été approuvé, en principe, le 7 septembre 1907, sous réserve de l'examen de détail de chacun des ouvrages prévus. Cet examen vient de se terminer par une autorisation définitive d'exécution pour dix ouvrages sur douze.

Des dispositifs analogues seront étudiés sur les lignes nouvelles à mettre en service.

*Ascenseurs.* — En exécution de la convention conclue, le 24 octobre 1906, entre la Ville de Paris et notre Compagnie, pour régler la question de l'installation des ascenseurs dans certaines stations, nous avons présenté à l'Administration les projets concernant l'application d'ascenseurs verticaux dans les stations « Place de la République » et « Boulevard Barbès boulevard Rochechouart », et d'un escalier mécanique dans la station « Père-Lachaise ». Ces projets viennent d'être approuvés, la commande des appareils mécaniques va être faite et l'exécution en sera poursuivie au cours de l'été.

*Matériel roulant.* — Le matériel en construction au 31 décembre 1907 comprenait : 127 automotrices, 35 remorques de 2e classe, 28 remorques de 1re classe.

Il a été livré, du 1er janvier au 30 avril 1908 : 39 automotrices, 11 remorques de 2e classe, 8 remorques de 1re classe.

Depuis le 1er janvier 1908, il a été de plus commandé :

Digitized by Google

120 automotrices, 37 remorques de 2e classe, 37 remorques de 1re classe.

Il y a donc actuellement 316 voitures en construction.

Tout ce matériel est à boggies et entièrement métallique.

Exploitation. — La longueur du réseau exploité a varié, au cours de l'année 1907, de la manière suivante :

Du 1er janvier au 27 mars : 44,242 km.

Du 28 mars au 14 octobre : 44,254 km.

(Service provisoire par la station Italie de la ligne n° 6).

Du 15 octobre au 15 novembre : 44,104 km. (Réduction de 150 m par suite du service direct Étoile-Lancry.)

Du 16 novembre au 31 décembre : 45,050 km. (Ouverture Lancry-Gare du Nord.)

La moyenne proportionnelle, pour l'année entière, s'établit, par suite, à 44,338 km.

*Personnel de la Compagnie.* — Le nombre des employés ou des agents de tous grades des divers services de la Compagnie est passé de 3404 en 1906 à 3630 au 31 décembre 1907.

Le système des primes qui intéresse les diverses catégories du personnel à la bonne gestion de l'entreprise a été maintenu et développé. Pour l'année 1907, le montant de ces primes a atteint la somme de 412238,60 fr, supérieure de 116567,30 fr à celle allouée en 1906 pour le même objet.

*Résultats généraux.* — En 1907, les recettes totales d'exploitation, y compris les produits divers, ont été de 34681350,75 fr; les dépenses se sont élevées à 14955492,29 fr. Le rapport des dépenses aux recettes, ou coefficient d'exploitation, a été de 43,12 pour 100 contre 42,73 en 1906.

Les produits de l'exploitation ont donc atteint 19725858,46 fr.

Après déduction de la part versée à la Ville de Paris, sur les recettes brutes, en vertu de l'article 19 de la convention de concession, laquelle part s'est élevée à 11225453,48 fr, il reste, comme produit net, au profit de la Compagnie, une somme de 8500384,48 fr.

Le produit net annuel moyen par kilomètre, rapporté à l'année entière, ressort donc à 191717,81 fr contre 194931,89 fr en 1906.

Les tableaux statistiques, annexés à la fin du rapport, font ressortir les principaux résultats de l'exploitation, pendant les années 1903 à 1907 inclus.

Examen des comptes. — Nous donnons dans ce chapitre tous les renseignements permettant de suivre le développement des comptes qui vous sont remis.

BILAN

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Actionnaires | 7 312,50 fr. |

Cette somme représente les reliquats restant à verser sur les actions de la troisième émission.

| | |
|---|---|
| Caisse et banques | 21 719 818,70 fr. |
| Valeurs en portefeuille | 2 058 277,85 |

Ces valeurs représentent le placement d'une partie des réserves qui figurent, d'autre part, au passif du bilan.

| | |
|---|---|
| Cautionnements | 1 994 567,45 fr. |
| Avances diverses | 498 787,80 |

Ces avances comprennent : les loyés payés d'avance, les impôts sur titres à recouvrer, les prêts consentis à des agents pour construction d'habitations, le compte de la Société coopérative, etc.

| | |
|---|---|
| Débiteurs divers | 614 511,06 fr. |

Cet article comprend divers produits à recouvrer après le 31 décembre 1907.

| | |
|---|---|
| Frais de constitution de la Société | 60 000,00 fr. |

Cet article s'amortit, comme les années précédentes, par un prélèvement sur les bénéfices.

| | |
|---|---|
| Approvisionnements | 1 241 199,30 fr. |

Ce compte, qui comprend les matières consommables nécessaires aux services de l'exploitation, a augmenté de 247876,60 fr. Il y a été opéré une déduction pour dépréciation de matières, par prélèvement sur les bénéfices de l'exercice.

*Comptes de premier établissement.* — 1° Administration centrale : 2955311,32 fr. On porte à ce compte : d'abord les dépenses de personnel et de frais généraux se rapportant à l'ensemble des travaux de premier établissement, puis l'excédent des dépenses des services généraux de la Compagnie sur la part de ses dépenses imputée au compte d'exploitation. Cette dernière part varie avec l'avancement du réseau exploité : après avoir été d'un quart, puis d'un tiers, elle est actuellement d'un demi.

Le compte d'attente ainsi constitué sera ventilé, à la fin de la période de construction, entre les différents comptes de premier établissement. Les sommes qui y ont été portées en 1907 s'élèvent à 382124,92 fr.

2° Charges des emprunts.

Intérêts des capitaux improductifs pendant la période de construction : 496280,30 fr.

Il s'agit des intérêts des sommes empruntées qui ont été employées au payement de travaux non encore productifs ou qui n'ont pas encore eu d'emploi. Antérieurement, la charge en était supportée par le service financier, au compte d'exploitation. Mais, à l'assemblée générale ordinaire du 18 mai 1907, il a été demandé que, suivant la pratique constante des autres Compagnies de chemins de fer, ces intérêts figurent désormais aux comptes de premier établissement, et cette proposition a recueilli l'assentiment unanime. La somme de 496280,30 fr est le montant des intérêts, pour l'année 1907, des capitaux d'emprunt encore improductifs.

3° Voie ferrée et dépendances.

Le compte voie a passé de 16894834,71 fr fin 1906 à 19476780,27 fr fin 1907.

L'augmentation de 2581945,56 fr provient, pour la plus forte part, de l'équipement des lignes 5, 4 et 6; elle comprend aussi la participation de la Compagnie dans les dépenses du remaniement de la boucle de la place d'Italie.

Les dépenses de ce compte peuvent se classer ainsi qu'il suit :

| | |
|---|---|
| Superstructure proprement dite | 7 718 405,16 fr. |
| Equipement électrique | 2 884 540,58 |
| Éclairage | 2 291 656,44 |
| Signaux et réseau téléphonique | 1 570 958,51 |
| Travaux d'infrastructure (fosses de visite, ateliers, ouvrages d'épuisement des eaux et d'aération) | 3 789 266,84 |
| Dépenses à ventiler | 943 086,11 |
| Divers | 278 865,83 |
| Total égal | 19 476 780,27 fr. |

Le compte Stations et accès a passé de 12610614,05 fr fin 1906 à 15718905,45 fr fin 1907. L'augmentation de 3108291,40 fr est due en premier lieu à l'exécution des accès des stations des lignes nos 5 et 4, puis à des paiements de retenues de garantie sur des travaux des lignes nos 2 Sud et 3.

La dépense totale comprend :

| | |
|---|---|
| Terrassements, maçonneries, planchers et revêtements | 9 103 756,47 fr. |
| Aménagements | 1 269 476,97 |
| Édicules | 2 468 605,18 |
| Réfections d'ouvrages publics | 2 326 794,61 |
| Divers | 550 284,20 |
| Total égal | 15 718 905,45 fr. |

Digitized by Google

Le compte Usine et sous-stations a passé de 24908609,56 fr fin 1906 à 25920562,32 fr fin 1907. L'augmentation de 1011952,96 fr est due principalement à l'installation de la sous-station République, à l'augmentation de la sous-station Barbès, au paiement de retenues de garantie pour travaux antérieurement achevés, enfin à l'acquisition du terrain pour la sous-station Cité.

Le compte Distribution de l'énergie a passé de 3997986,54 fr fin 1906 à 4548540,03 fin 1907. L'augmentation de 550553,49 fr provient principalement de la construction des galeries reliant les sous-stations République et Barbès aux lignes nos 4 et 5, ainsi que de l'acquisition des câbles.

Le compte comprend les articles suivants :

| | |
|---|---|
| Galeries | 193 622,77 fr. |
| Câbles primaires | 3 458 978,34 |
| Câbles secondaires | 680 804,02 |
| Divers | 15 134,90 |
| Total égal | 4 348 540,03 fr. |

4° Domaine de la Compagnie.

Le compte Bâtiment d'administration présente une variation peu importante de 3218,80 fr, due à quelques travaux de parachèvement.

Le compte Ateliers de construction a passé de 11168690,14 fr fin 1906 à 12166035,11 fr fin 1907, en augmentation de 998244,97 fr.

L'augmentation correspond au paiement de retenues de garantie pour les travaux des ateliers d'Italie et à l'exécution des ateliers de Saint-Ouen.

Le compte Matériel roulant a passé de 24948548,26 fr fin 1906 à 29296700,81 fr fin 1907, en augmentation de 4348152,55 fr.

Le compte Outillage, petit matériel et mobilier a passé de 1598205,94 fin 1906 à 1772652 fr fin 1907, en augmentation de 147446,06 fr.

En résumé, les comptes de premier établissement atteignent, au 31 décembre 1907, un total de 113620530,87 fr, en augmentation de 13455211,01 fr par rapport au total du bilan précédent.

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital-actions (298010 actions de capital, 1990 actions de jouissance) | 75 000 000,00 fr. |
| Obligations (50000 obligations 3,5 pour 100, 50000 obligations 4 pour 100) | 47 250 000,00 |
| Réserve légale | 1 391 341,92 |
| Fonds de prévoyance créé par l'assemblée générale du 16 mai 1904 | 2 004 487,91 |

Ce fonds s'est augmenté, pour l'exercice 1907, d'une somme de 210,020,34 fr

| | |
|---|---|
| Réserve constituée par l'assemblée générale du 16 mai 1904 | 294 051,45 fr. |

Cette somme comprend le capital des indemnités allouées sous forme de rente à la suite de l'accident du 10 août 1903.

| | |
|---|---|
| Créditeurs divers | 6 344 514,10 fr. |

Ce compte comprend, comme dans les bilans précédents : la part revenant à la Ville de Paris sur les recettes brutes du dernier trimestre de l'année et payable en janvier; les dépenses du mois de décembre à payer dans les premiers jours de janvier; les retenues et allocations pour le service des retraites qui sont afférentes au mois de décembre de l'année 1907 et qui ne peuvent être versées qu'en 1908 à la Caisse nationale des retraites.

| | |
|---|---|
| Intérêts et dividendes | 1 077 800,15 fr |

Dont 128443,90 fr sur actions, et 949356,25 fr sur obligations.

| | |
|---|---|
| Amortissements | 456 000,00 fr. |

Dont 81000 fr d'actions et 375000 fr d'obligations 3 1/2 pour 100.

*Profits et pertes.* — Enfin le bilan se solde au crédit par 7979630,05 fr.

*Première résolution.* — L'assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1907, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration, ainsi que l'emploi fait des réserves, et décide de répartir le solde créditeur du compte de profits et pertes, s'élevant à 7964630,05, de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| 5 p. 100 à la réserve légale sur 7502908,55 fr bénéfice de l'exercice 1907, soit | 375 145,43 fr. |
| Amortissement de 4040 actions | 1 010 000,00 |
| Premier dividende de 5 pour 100 aux actions de capital, soit 7,50 fr à 298010 actions | 2 235 075,00 |
| 8 pour 100 au Conseil d'administration et à la direction sur l'excédent des bénéfices, qui est de 3882688,12 fr | 310 615,04 |
| Deuxième dividende aux actions de capital et de jouissance de 11,50 fr à 300000 actions | 3 450 000,00 |
| Solde à reporter | 583 794,58 |
| Total égal | 7 964 650,05 fr. |

En conséquence, le dividende total est fixé à 19 fr, pour les actions de capital, et à 11,50 fr pour les actions de jouissance, sous déduction :

1° De l'impôt de 4 pour 100 sur le revenu pour toutes les actions;

2° De la taxe de transmission pour les actions au porteur

Ce dividende sera mis en paiement, à partir du 1er juillet prochain, à raison de 18,24 fr par action de capital nominative, 17,21 fr par action de capital au porteur, 11,04 fr par action de jouissance nominative et 10,47 fr par action de jouissance au porteur.

*Deuxième résolution.* — L'assemble générale, sur la proposition du Conseil d'administration, décide que l'émission d'obligations de la Compagnie qui a fait l'objet de la résolution votée par l'assemblée générale du 18 mai 1905, est autorisée jusqu'à concurrence d'une somme nette encaissée de 75 millions de francs, et non jusqu'à concurrence d'une « valeur nominale » de 75 millions de francs, comme le spécifiait ladite résolution, qui est modifiée en conséquence.

*Troisième résolution.* — L'assemblée générale, appelée, aux termes de l'article 18 des statuts, à procéder au renouvellement partiel du Conseil d'administration, réélit administrateur pour six ans M. Raimbeaux, administrateur sortant.

*Quatrième résolution.* — L'assemblée générale nomme MM. Ilenrotte, Mary, Renaut et Rouen, commissaires pour 1908, avec faculté, pour chacun d'eux, de procéder séparément en cas de décès, démission ou empêchement des autres, et fixe la rétribution de chaque commissaire à 2000 fr.

*Cinquième résolution.* — L'assemblée générale donne, en tant que de besoin, et conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, l'autorisation aux membres du Conseil d'administration de prendre ou de conserver un intérêt direct ou indirect dans des entreprises ou dans des marchés faits avec la Compagnie ou pour son compte.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

62190. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 398. 25 Juillet 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — Exposition d'électricité de Marseille. — Distinctions honorifiques. — Nouvelle électrode de lampe à arc. — La téléphonie et la télégraphie sans fil en Belgique. — Porte-balai pneumatique pour turbo dynamos. — Le marché métallurgique en 1907. — Moteurs à naphtaline. . . . . 315

CORRESPONDANCE. — Sur la terminologie des courants alternatifs. **R.-V. Picou.** — A propos de câbles. **Marcel Miniotti.** 315

MESURE DIRECTE DU DÉCALAGE AU MOYEN DU WATTMÈTRE ET MESURE DE LA PUISSANCE SANS EMPLOI DE POINT NEUTRE EN TRIPHASÉ ÉQUILIBRÉ. **Miet.** . . . . . 317

POMPE A VIDE DU Dr GAEDE. **A. Bainville.** . . . . . 318

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL, SYSTÈME POULSEN. **Henry.** . 321

NOUVEAU PROCÉDÉ POUR DÉTERMINER LA VALEUR DE L'ANGLE DE TORSION D'UN ARBRE. **F. L.** . . . . . 324

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — DESCRIPTION DES APPAREILS EXPOSÉS. MM. Maljournal et Bourron, de Lyon. **A. Z.** . . . . . 326

SUR UNE INSTALLATION D'HORLOGES ÉLECTRIQUES. **J. R.** . . . . . 331

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 1er juin 1908* : Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités, par M. **Dumoulin.** — Sur deux régimes différents de l'arc au fer, par **H. Buisson et Fabry.** . . . . . 332

*Séance du 9 juin 1908* : Sur le réglage des groupes électrogènes, par **J.-L. Routin.** — Sur l'étincelle de self-induction, par **A. Léauté.** . . . . . 333

*Séance du 15 juin 1908* : Dispositif pour l'étude de la sensibilité des détecteurs électrolytiques, par **Jégou.** . . . 333

*Séance du 22 juin 1908* : Sur la nature des charges d'électricité positive, par **J. Becquerel.** . . . . . 333

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 1er juillet 1908.* . . . . . 334

BIBLIOGRAPHIE. — L'accumulateur au plomb ordinaire et allotropique, par **G. Rosset.** . . . . . 335

BREVETS D'INVENTION. . . . . 336

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Informations* : Société d'Électricité de Paris. . . . . 336


## INFORMATIONS

**Exposition d'électricité de Marseille.** — La Direction de l'Exposition de Marseille avait invité les représentants de la presse technique et quotidienne à visiter, les 4 et 5 juillet dernier, l'Exposition complètement terminée aujourd'hui et qui s'affirme comme un vrai succès.

Aimablement reçus par MM. Cordier et Dubs, Commissaires généraux, et M. Certonciny, Secrétaire général, les représentants de la presse et de l'industrie ont parcouru les différents palais dont ils ont admiré l'heureux aménagement.

Qu'il nous soit permis à cette occasion de remercier la Direction de l'Exposition de son excellent accueil et de lui adresser nos plus vifs remerciements.

**Distinctions honorifiques.** — Parmi les récentes nominations au grade d'Officier de la Légion d'honneur, nous sommes heureux d'enregistrer celle de M. Ch. Ed. GUILLAUME, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures et membre fondateur de *L'Industrie électrique*. Tous les électriciens approuveront la haute distinction accordée à ce savant aussi infatigable que modeste, qui a toujours su retenir la vive sympathie de ceux qui l'ont fréquenté.

Profitons de la circonstance pour féliciter M. CERTONCINY, Secrétaire Général de l'Exposition de Marseille, récemment promu au grade de Chevalier de la Légion d'honneur. A. S.

**Nouvelle électrode de lampe à arc.** — L'*Electrical World* signale un procédé américain récemment appliqué par M. Richard Fleming aux électrodes de lampes à arc, qui consiste en un tube de fer rempli de fragments de fer très menus (limaille, petits grains de fonte). Une pareille électrode, d'une construction facile et peu coûteuse, offrirait des avantages mécaniques considérables. Elle donnerait une lumière intense en se consumant lentement. Un autre procédé du même inventeur consiste à employer une électrode similaire formée d'un tube de fer rempli de magnétite. Ces deux dispositifs sont destinés à fonctionner comme électrodes inférieures dans une lampe à arc. A. S.

**La téléphonie et la télégraphie sans fil en Belgique.** — M. Helleputte, ministre des chemins de fer, a déposé, et la Chambre a sanctionné, un projet de loi sur la télégraphie sans fil et la téléphonie sans fil par les radiations électriques.

Dans l'exposé des motifs accompagnant ce projet, le ministre fait observer que la législation sur la télégraphie et la téléphonie avec fil ne peut être appliquée à la radiotélégraphie et à la radiotéléphonie. « Si, dit-il, on veut tirer de ces deux modes nouveaux de communication tout le parti que peuvent en réclamer la correspondance publique, les besoins mili-



Digitized by Google

taires et ceux de la marine, il est nécessaire d'appliquer à ces modes de communication un régime légal qui, tout en atteignant les appareils clandestins, ne laisse point place à des interventions ou interférences nuisibles et porte réglementation de telle façon que l'usage légitime des installations écarte, autant que possible, le trouble et le désordre dans les communications. »

Les principes fondamentaux du projet sont les suivants :

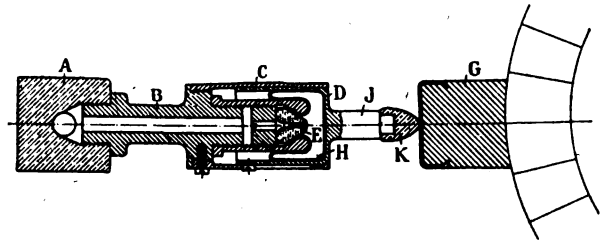
I. — Attribution au gouvernement d'un monopole et, par corrélation, du droit d'autoriser ou d'interdire l'établissement et le fonctionnement de toute station privée.

II. — Attribution au gouvernement du pouvoir de subordonner, à toute époque, à la raison d'ordre public ou aux nécessités de la sécurité et de la défense du territoire le maintien et le fonctionnement de toute station régulièrement utilisée par des tiers quelconques.

III. — Détermination de sanctions pénales aux interdictions stipulées par la loi ou par des règlements pris en exécution de cette loi.

Ces principes sont en harmonie avec les diverses législations étrangères et avec les principes de la convention radiotélégraphique internationale de Berlin de 1906.

**Porte-balai pneumatique pour turbo-dynamos.** — Afin d'obtenir des bons contacts, pour les balais des turbo-dynamos dont les collecteurs ont une grande vitesse périphérique et particulièrement de réduire les vibrations dues à la perte rapide de l'élasticité des ressorts métalliques, la Morgan Crucible C°, de Londres, a étudié une nouvelle disposition de porte-balai, qui a donné d'excellents résultats. La figure ci-jointe donne la coupe d'un de ces porte-balais; le bloc G en graphite




Porte-balai pneumatique.

est pressé contre le collecteur par une tige J. Cette tige se termine à son extrémité opposée en forme de piston D, se déplaçant dans un cylindre C. Dans ce piston est disposée une sorte de petite boîte H en caoutchouc, fermée par un cône E, mise en relation avec de l'air comprimé par une tubulure B. L'air comprimé remplissant la boîte de caoutchouc tend à faire sortir le piston D du cylindre C, de sorte que la tige appuie sur le bloc. Afin d'isoler la tige du bloc, et en même temps d'empêcher la propagation de la chaleur, l'extrémité de cette tige porte une sorte de bouton en porcelaine K, qui pénètre dans une cavité aménagée à la partie supérieure du bloc de graphite. Six porte-balais sont fixés à une boîte métallique formant traverse qui les maintient et sert à l'amenée de l'air sous pression. Celui-ci est fourni par une pompe analogue à celle employée pour le gonflement des pneumatiques et se rend dans un petit accumulateur destiné à compenser les faibles pertes dues à des fuites éventuelles. Si une petite boîte en caoutchouc de l'un des porte-balais vient à se fissurer, l'arrivée de l'air à celle-ci est automatiquement obstruée, de sorte que les autres porte-balais fonctionnent bien.

La pression de l'air n'est que de quelques grammes par cm², de sorte que la pression du bloc contre le collecteur est d'environ 200 g:cm², ce qui est la valeur la plus avantageuse pour des balais en morganite, dont le coefficient de frottement est de 0,15 environ.

Afin d'avoir toute sécurité, chaque ligne de porte-balais comporte deux séries complètement indépendantes, au point de vue de l'air sous pression, chacune ayant son accumulateur d'air spécial.

Chaque bloc porte une sorte de chapeau en cuivre auquel sont soudés des câbles souples, pour recueillir le courant.

Une turbo-dynamo, qui, par suite du manque de pôles de commutation, doit permettre le décalage des balais, a été munie pendant plusieurs années de balais métalliques, et l'usure du collecteur était très grande. Avec les porte-balais pneumatiques permettant l'emploi de blocs de graphite, cet inconvénient a disparu.

Dans une autre turbo-dynamo de 200 kw, 110 v, tournant à la vitesse angulaire de 3500 t:m, le collecteur ayant une vitesse périphérique de 40 m à la seconde, après 500 heures de fonctionnement à une charge comprise entre 100 et 120 pour 100 de la pleine charge, on a constaté avec l'emploi de porte-balais pneumatiques une usure de 1,6 millimètre seulement au collecteur. L'usure avec des balais métalliques dans les mêmes conditions est de 14,5 fois plus forte.

F. L.

**Le marché métallurgique en 1907.** — *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, du 23 et 30 mai et 7 juin. — L'année 1907 restera remarquable par les grandes variations des prix des divers métaux; depuis 30 ans on n'en avait constaté de semblable, ainsi que le montre le tableau suivant :

| | Prix le plus élevé. | Prix le plus bas. | Différence. |
|---|---|---|---|
| Plomb | 525,50 | 325 | 227,5 |
| Cuivre | 2800 | 1550 | 1550 |
| Zinc | 703 | 481 | 222 |
| Étain | 5000 | 2875 | 2125 |

Le prix de 525,5 atteint par le plomb en 1907 est le plus élevé des 30 dernières années; la différence de 227,5 entre les prix maximum et minimum n'a non plus jamais été atteinte. Le prix le plus bas de l'année, 325 fr, a été atteint plusieurs fois; le prix le plus bas de ces 30 dernières années a été de 225 fr, en 1904.

Pour le cuivre également, le prix maximum et la différence n'avaient jamais été atteints pendant la même période. Même pendant la crise provoquée par l'effondrement du syndicat français des cuivres en 1889, la différence entre les prix maximum et minimum n'a atteint que 1125 fr au lieu de 1550 en 1907. Le prix minimum a été atteint à cette époque, et il a été de 875 fr.

Le zinc a atteint son prix maximum en janvier 1906, il a été de 717,5 fr; le prix minimum de 325 fr l'a été en juillet 1885.

L'étain a atteint en 1906 son prix maximum de 5575 fr, et en 1888 la différence de prix a été de 2375 fr. Le prix le plus bas pendant ces 30 dernières années a été de 1312 fr, en 1878.

La variation de prix en pour 100 a donc été en 1907 :

| | |
|---|---|
| Pour le plomb | 42,2 pour 100. |
| — cuivre | 51,3 — |
| — zinc | 31,5 — |
| — étain | 42,5 — |

La valeur de la production annuelle (prix moyens) a été en 1906 et 1907 de :

| | 1906. | 1907. |
|---|---|---|
| Plomb | 422 500 000 | 476 250 000 |
| Cuivre | 1 576 250 000 | 1 558 750 000 |
| Zinc | 477 500 000 | 442 500 000 |
| Étain | 448 750 000 | 427 500 000 |

La production totale du plomb en 1907 a été de 992000 tonnes; elle a dépassé de 21 000 tonnes, soit 2,2 pour 100, celle de l'année précédente.

Pour la première fois depuis 15 ans, la production totale

Digitized by Google

du cuivre a diminué; elle reste, avec 713 000 tonnes, de 7000 tonnes, soit 0,7 pour 100 en retard sur l'année précédente.

La production totale a passé de 458 000 tonnes, en 1898, à 713 000 en 1907, et la valeur totale de 571 150 000 francs à 1 558 750 000 francs.

La production totale du zinc a augmenté de 36 400 tonnes en 1907, par rapport à l'année précédente, soit d'environ 5 pour 100.

De 469 000 tonnes d'une valeur de 241 250 000 fr en 1898, la production totale du zinc a passé à 758 400 tonnes, d'une valeur de 442 500 000 fr en 1907.

La production totale de l'étain en 1907 a été de 98 700 tonnes et a été à peu près la même qu'en 1906, tandis que la valeur totale a diminué de 5 pour 100 environ, par suite des prix peu élevés.

Le prix moyen de l'étain a été, en 1898, de 1780 fr, et, en 1907, de 4516 fr. F. L.

**Moteurs à naphtaline.** — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 18 avril, donne les renseignements suivants sur un moteur à naphtaline de la Société Deutz. Il y a déjà longtemps que l'on a essayé sans succès d'employer, pour l'alimentation des moteurs, de la naphtaline, produit solide de la distillation du goudron, qui se liquéfie à 70° et a une très faible valeur, environ 11 c par kg, car elle n'a aucun débouché industriel.

La fabrique de moteurs à gaz Deutz a seule réussi à obtenir des résultats industriels. Dans le moteur construit par cette Société, le combustible, sous la forme de briquettes dont la Société a entrepris la fourniture, est jeté toutes les deux ou trois heures dans un réservoir entouré d'eau réchauffée par l'échappement du moteur; de sorte que cette eau est maintenue bouillante. On obtient ainsi la fusion de la naphtaline, sans que sa température puisse devenir dangereuse, ce qui serait possible si l'on réchauffait celle-ci directement au moyen des gaz d'échappement. La naphtaline liquide est amenée, au moyen d'un tuyau dont le débit est réglé par un flotteur, à un carburateur auquel l'air arrive par un autre tuyau. Ce carburateur est également réchauffé par de la vapeur afin d'empêcher la naphtaline de se refroidir et se solidifier. Lors de la mise en marche le moteur est alimenté au moyen d'essence, jusqu'à ce que l'eau soit en ébullition, ce qui dure environ une demi-heure; à cet effet le moteur comporte un second carburateur. Pour un moteur de 7 kw environ, la consommation de naphtaline est d'environ 0,4 kg par kw-h, de sorte qu'au prix de 11 c le kg, le combustible revient à 4,4 c le kw-h, au lieu de 14,5 c, prix de revient (en Allemagne) pour un moteur à essence. F. L.

## CORRESPONDANCE

### Sur la terminologie des courants alternatifs.

Monsieur le Rédacteur en Chef,

J'avais cru que les propositions de M. Picou étaient le résultat d'un moment d'inattention et que le gros bon sens de la terminologie internationale actuelle, qui définit le nombre de phases d'un système par le nombre des phases de l'enroulement des génératrices, triompherait de son opposition; je vois avec regret qu'il n'est pas encore convaincu, bien qu'il m'ait déjà concédé qu'un courant alternatif simple peut avoir une phase. Permettez-moi donc de compléter ma démonstration, à laquelle je désire ne donner aucun caractère personnel, car je ne fais que défendre l'avis unanime des électriciens de *tous les pays*.

1° Après avoir admis qu'un courant alternatif simple a une phase, M. Picou nous dit à peu près ceci :

« Cela m'est égal, parce que ce qui m'intéresse personnel-
« lement, c'est la *différence de phase*; comme il n'y en a pas
« dans un courant alternatif simple, je ne veux pas l'appeler
« monophasé. »

Pour juger la valeur de ce raisonnement, il suffit de l'appliquer à une autre espèce.

Si je tenais, par exemple, le langage suivant :

« Il existe parmi les machines roulantes des appareils
« d'équilibristes qu'on appelle monocycles, sous le prétexte
« qu'ils n'ont qu'une roue; mais je ne veux pas accepter ce
« terme, parce que ce qui m'intéresse personnellement dans
« les véhicules de ce genre, c'est la *distance entre les essieux*,
« et que, dans un appareil à une seule roue, on ne peut pas
« en parler »;

je suppose que le public me répondrait :

« Faites-en à votre tête, mon ami. Nous, nous appelons
« monocycle » un appareil qui a un cycle; « bicycle », un
« appareil qui en a deux; « tricycle », un appareil qui en a
« trois. »

C'est précisément ce que font les électriciens ordinaires, quand ils emploient les vocables « monophasé », « diphasé », « polyphasé » pour les appareils qui ont une, deux ou plusieurs phases.

La question me paraît jugée sans qu'il y ait lieu d'insister davantage.

2° Où M. Picou pousse le paradoxe un peu loin, c'est quand il nous demande d'appeler « diphasé » un système à courant alternatif *simple*. Considérons, par exemple, un réseau à courant continu à trois fils ($2 \times 110$ volts); si nous y envoyons un courant alternatif pris sur trois bornes d'un transformateur monophasé (fig. 1, A), M. Picou nous demande d'appeler ce réseau « diphasé », et son raisonnement est à peu près le suivant :

« Les électriciens comptent d'ordinaire avec le même signe
« les deux ponts de 110 volts et disent : $110 + 110 = 220$.
« Mais, il me plaît de compter les deux ponts avec deux signes
« différents : $+ 110$ et $- 110$; alors j'y trouve deux phases
« opposées de 180°; par conséquent, le courant est diphasé.
« Par extension, je l'appelle encore « diphasé » quand je
« supprime le fil neutre ».

Qui ne voit qu'un tel raisonnement est purement subjectif et ne présente pas précisément le degré d' « évidence » que lui attribue son auteur. Et comment celui-ci appellerait-il donc un système à 5 fils alimenté par un seul transformateur monophasé à 5 prises?

3° Le principal défaut que présenterait la classification de M. Picou, comme je l'ai dit précédemment, c'est qu'elle ne laisse aucun terme disponible pour définir les systèmes de distribution que représentent les schémas B et C de la figure ci-contre. Dans la terminologie actuelle, nous employons les épithètes suivantes :

A. Monophasé à deux ponts. — B. Diphasé ordinaire. — C. Diphasé à retour commun, ou diphasé à 3 fils. — D. Tétraphasé étoilé (ou diphasé à 5 fils, ce qui est moins clair et suppose ajouté un fil neutre non représenté au centre de l'étoile). — E. Tétraphasé polygonal.

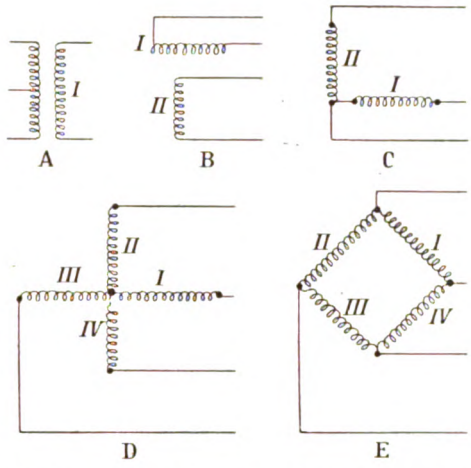
(Je ne parle pas, bien entendu, des triphasés en étoile et en triangle sur lesquels il n'y a pas de discussion).

Le schéma C explique ce que j'ai appelé « diphasé à trois fils alimentés par alternateurs à bobines sur forme qui n'ont pas de point neutre » (car le pôle commun *n'est pas* un point neutre; pour en trouver un, il faut prendre le schéma D). Le schéma B n'a pas non plus de point neutre, et, la plupart du temps, on ne lui en donne pas d'artificiel.

Il ne faut pas dire que ces deux schémas ne s'emploient

Digitized by Google

pas; car B est d'un usage courant; C a eu des applications, et on propose même de l'adopter, en faisant le retour com-




mun par la terre, pour de grands transports d'énergie dans les colonies.

Or, M. Picou, à propos de C, dit bien : « un système de « trois conducteurs parcourus par des courants de phases « différentes devrait être régulièrement qualifié de *système à « courants triphasés* ». Mais, dans la même lettre, il a écrit, quelques lignes plus haut : « On devrait définir comme « polyphasé » un système de forces électro-motrices produites « par une même source et telles qu'*elles partagent la période « en un nombre exact de parties égales.* »

Je n'ai pas saisi comment on peut concilier ces deux affirmations successives, qui me semblent se contredire.

Plus généralement, le mieux serait que M. Picou dit maintenant lui-même *quels termes* il croit nécessaires pour définir les schémas A B C D, tant dans l'enseignement que dans les textes officiels. (Comme disent les Anglais : *The proof of the pudding is in the eating.*) Il nous éviterait peut-être ainsi de conclure, suivant un vers célèbre, légèrement modifié :

« L'auteur a des raisons que la raison ne connaît point. »

Veuillez agréer, etc.

*Un élève du Vieux Lecteur de* L'Industrie Électrique.

---

*Nous avons communiqué cette lettre à M. Picou qui nous prie d'insérer la réponse suivante* :

Monsieur le Rédacteur en chef.

Je ne répondrai rien, pour le moment, à la réplique de votre correspondant. J'estime que nous ne nous comprenons pas, et qu'il n'y a, dans ces conditions aucune utilité à prolonger un débat qui ne porte que sur une question de mots.

Veuillez agréer, etc.

R.-V. Picou.

---

## A propos de câbles.

Monsieur le Secrétaire de la Rédaction,

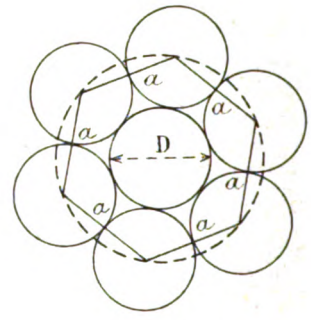
Ayant pris connaissance de la question posée par M. R. Sandström, dans le n° 392 de votre estimée revue, sous le titre « A propos de câbles », je vous envoie quelques observations que sa lecture m'a suggérées.

On peut expliquer les différences des poids spécifiques apparents de ces derniers de la façon suivante :

Considérons le câblage régulier. On voit que pour chaque couche le nombre de fils augmente de 6 et que la circonférence passant par les points moyens des fils augmente de $2\pi D$, D étant le diamètre des fils.

Examinons maintenant la première couche. Si on la suppose développée dans un plan, la circonférence moyenne est représentée par un segment de droite de longueur $2\pi D$. En logeant donc seulement 6 fils, on aura des espaces libres; mais si on considère la couche enroulée autour du fil central, les fils seront jointifs, quoique parallèles à l'axe du câble, et précisément les points de contact des fils seront les points moyens *a* des côtés de l'hexagone inscrit dans la circonférence passant par les points moyens des fils de la couche, circonférence de rayon D.

Si maintenant, dans le câblage régulier, les fils de la couche sont enroulés en hélice, il faudra que les fils soient logés dans




une couronne circulaire d'aire plus grande; c'est-à-dire, tandis que dans la disposition à fils parallèles, la couronne circulaire dans laquelle ceux-ci sont logés a pour diamètres extrêmes 3D et D, dans le cas des fils à hélice, ces diamètres auront les valeurs $3D + \varepsilon$ et $D + \varepsilon$, de façon que la couche ne sera plus adhérente au fil central.

L'augmentation de l'aire est très rapide et on peut voir aisément que très petites valeurs de $\varepsilon$ sont suffisantes pour obtenir les augmentations de poids spécifique apparent correspondant aux pas d'hélice usuels.

Pratiquement d'ailleurs pour les pas ordinaires, la valeur de $\varepsilon$ devient inappréciable à cause des déformations que le cuivre permet pendant la fabrication, de façon qu'aucune augmentation du diamètre n'est constatée dans le câble, et la couche et le fil central sont jointifs. Si on câble cependant avec un pas d'hélice trop court, la valeur de $\varepsilon$ théorique ne peut plus être compensée par les déformations du cuivre, et on obtient alors un câble défectueux et instable.

Le pas d'hélice est en général égal ou supérieur à 10 fois le diamètre du câble, et l'augmentation de poids devrait par conséquent être égale ou inférieure à 5 pour 100.

Cependant, pour compenser l'augmentation de résistance électrique due au câblage, on peut construire le câble avec des fils de diamètre légèrement supérieur à celui correspondant à la section déclarée. On a alors aussi une augmentation de poids supérieure à celle indiquée plus haut.

Ces considérations sont évidemment valables pour les couches successives et pour les câbles à torons à câblage régulier.

On en peut donc conclure que, électriquement, la détermination de la section d'un câble (en entendant par section d'un câble la somme des sections droites de tous les fils) ne suffit pas rigoureusement. Elle devrait toujours être complétée par l'indication de la résistance électrique.

Veuillez agréer, etc.

Marcel Miniotti, *ingénieur.*

---

Digitized by Google

MESURE DIRECTE

DU

# DÉCALAGE AU MOYEN DU WATTMÈTRE

## ET MESURE DE LA PUISSANCE

## SANS EMPLOI DE POINT NEUTRE EN TRIPHASÉ ÉQUILIBRÉ

On se trouve souvent, en pratique, en présence d'un moteur dont on cherche à déterminer les conditions de fonctionnement, chez un client, par exemple, dont on met en marche l'installation. Il est alors de toute utilité de savoir si le moteur prend bien la puissance qui a été prévue, et s'il est dans des conditions de marche normales, comme intensité et puissance.

On dispose généralement d'un simple wattmètre; on admet qu'un moteur triphasé charge également les trois phases, ce qu'on caractérise en disant qu'il ne déséquilibre pas le réseau.

Mais le wattmètre, employé à la manière ordinaire, ne donne pas l'intensité si l'on ignore le décalage, ni réciproquement. De plus, il y a des moteurs sur lesquels le centre de l'étoile est inaccessible, ou même n'existe pas.

Il faut alors recourir à la méthode du double wattmètre et, de plus, employer un ampèremètre, puis déduire le résultat des mesures de la comparaison des indications de deux instruments différents, ce qui aggrave les chances d'erreurs; c'est ainsi qu'on arrive à trouver, pour le facteur de puissance, des valeurs supérieures à l'unité, etc.

Enfin la méthode du double wattmètre, entre les mains de praticiens insuffisamment instruits, donne quelquefois des mécomptes, car beaucoup ignorent que les indications des deux instruments doivent quelquefois être, non pas additionnées, mais retranchées l'une de l'autre. C'est ainsi qu'on peut trouver qu'une transmission d'atelier, sans ses courroies, consomme plus de puissance qu'en entraînant quelques machines-outils.

Nous allons exposer ci-dessous une méthode simple et générale, applicable dans tous les cas de triphasé équilibré, avec un simple wattmètre. Il suffira, en effet, que l'opérateur note trois lectures qui, portées ensuite dans les formules que nous établissons, vont indiquer la puissance, le décalage et, par suite aussi, l'intensité.

Nous supposons, bien entendu, pour déduire des précédentes cette dernière, qu'on sait sous quelle tension on travaille.

Supposons donc le circuit série du wattmètre intercalé sur l'un des trois conducteurs, appelons A ce conducteur.

On branchera le circuit de dérivation du wattmètre successivement entre les trois conducteurs pris deux à deux, ce qui fournira trois lectures que nous appellerons *ab*, *bc*, *ca*, et dont nous allons d'abord ne considérer que les valeurs absolues.

Nous distinguerons deux cas :

1° La lecture la plus grande des trois est obtenue entre le conducteur A et l'un des deux autres; dans ce cas, nous appellerons C ce second conducteur.

2° La plus grande lecture est obtenue entre les deux conducteurs différents de A; dans ce cas, nous appellerons indifféremment B ou C l'un ou l'autre de ces conducteurs.

*Premier cas.* — Représentons, sur l'épure (fig. 1), en $OI_a$ le vecteur figuratif de l'intensité sur le conducteur A, et portons en OA, OB, OC, les voltages étoilés. Les trois lectures sont proportionnelles aux trois projections *ab*, *bc*, *ca*, et la figure se présente comme ci-dessous, la

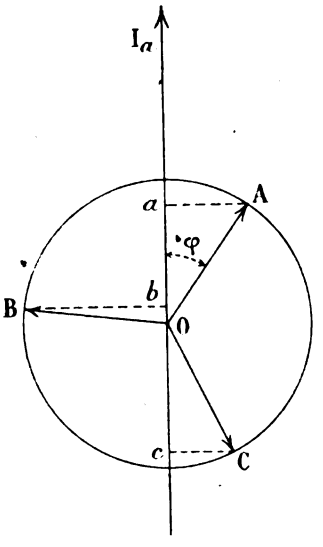



Fig. 1.

lecture la plus grande des trois étant *ca* (le décalage est $\varphi < 60°$).

Nous avons à déterminer l'angle $\varphi$ et la longueur $Oa$, dont le produit, par un coefficient convenable, donnera la mesure de la puissance cherchée.

Or, on a (en valeurs absolues) :

$$ab = Oa - Ob,$$

$$Oa = R \cos \varphi,$$

$$Ob = R \cos\left(\frac{2\pi}{3} - \varphi\right) = -0{,}5\, R \cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} R \sin\varphi,$$

par suite :

$$ab = 1{,}5\, R \cos\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2} R \sin\varphi \qquad (1)$$

$$bc = Ob + Oc,$$

$$Oc = R \cos\left(\frac{\pi}{3} - \varphi\right) = 0{,}5\, R \cos\varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} R \sin\varphi,$$

par suite :

$$bc = \sqrt{3}\, R \sin\varphi. \qquad (2)$$



Digitized by Google

Portant dans (1) la valeur de sin φ tirée de (2), il vient :

$$ab = 1{,}5\ R\cos\varphi - \frac{bc}{2}$$

ou

$$R\cos\varphi = \frac{1}{1{,}5}\left(\frac{bc}{2} + ab\right), \qquad (3)$$

qui nous donne ainsi, en fonction de nos lectures, ce que nous aurions lu sur notre wattmètre si sa dérivation avait été branchée entre le centre de l'étoile et le conducteur A, c'est-à-dire le tiers de la puissance de notre moteur.

Quant au décalage (2) et (3) donnent :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1{,}5\ bc}{\left(\frac{bc}{2} + ab\right)\sqrt{3}}$$

et, par suite le facteur de puissance :

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2{,}25\ \overline{bc}^2}{3\left(\frac{bc}{2} + ab\right)^2}}}$$

*Deuxième cas.* — La plus grande lecture étant *cb* au lieu de *ca*, la figure est celle-ci (fig. 2), le décalage étant $> 60°$.

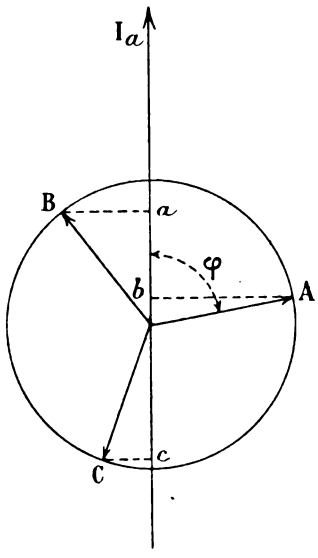


Fig. 2.

Le calcul, conduit comme précédemment, donne :

$$R\cos\varphi = \frac{1}{1{,}5}\left(\frac{bc}{2} - ab\right)$$

et

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2{,}25\ \overline{bc}^2}{3\left(\frac{bc}{2} - ab\right)^2}}}$$

On voit que, pour identifier les formules dans les deux cas, il suffit, dans le deuxième cas, de changer le signe de la lecture *ab* qu'on devra alors considérer comme négative.

Par suite la *méthode opératoire* sera la suivante, applicable dans tous les cas.

Le wattmètre étant monté en série sur l'une quelconque des trois phases, que nous appellerons la phase A, on lira les trois indications données par l'instrument, dont la dérivation aura été prise sur les trois intervalles successivement, et on soulignera celle des trois lectures qui correspondra à l'intervalle opposé à la phase A.

*Interprétation.* — On vérifiera d'abord que la lecture la plus grande des trois est égale à la somme des deux autres.

Puis, si la lecture soulignée n'est pas la plus grande, on appliquera les deux formules ci-dessous sans autre soin, et, suivant celle des deux lectures qu'on aura choisie pour entrer dans la formule en *ab*, on obtiendra pour mesure de $R\cos\varphi$ une valeur positive ou négative, qu'on prendra en valeur absolue, sans se préoccuper du signe avec lequel elle apparaîtra.

Et si la lecture soulignée est la plus forte, on affectera du signe — la valeur choisie pour figurer *ab*, et, dans tous les cas, les formules à employer sont :

$$R\cos\varphi = \frac{1}{1{,}5}\left(\frac{bc}{2} + ab\right)$$

qui représente la lecture fictive qu'on aurait obtenue du wattmètre monté à la manière ordinaire, et

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2{,}25\ \overline{bc}^2}{3\left(\frac{bc}{2} + ab\right)^2}}}$$

Tel est en quelques mots le résumé d'une méthode qui pourra donner dans bien des cas des renseignements utiles.

M. Miet.

## POMPE A VIDE DU Dr GAEDE

Cet appareil, qui figurait à l'exposition annuelle de la Société de physique, est un perfectionnement intéressant de la pompe classique de Geissler. Actionnée par un moteur électrique, cette pompe permettait d'obtenir en quelques instants un vide presque parfait; aussi nous a-t-il paru intéressant de la décrire, étant donné l'intérêt qu'elle peut présenter pour la fabrication des lampes à incandescence ou des tubes de Crookes.

Nous rappellerons ici que le principe de la pompe de Geissler consiste à mettre l'espace à vider en communication avec un récipient dans lequel on a fait préalablement le vide barométrique en le remplissant complète-

Digitized by Google

ment de mercure. En répétant cette opération un nombre de fois qui dépend du rapport des capacités du récipient de la pompe d'une part, et de l'espace à vider de l'autre, on peut atteindre un vide presque parfait.

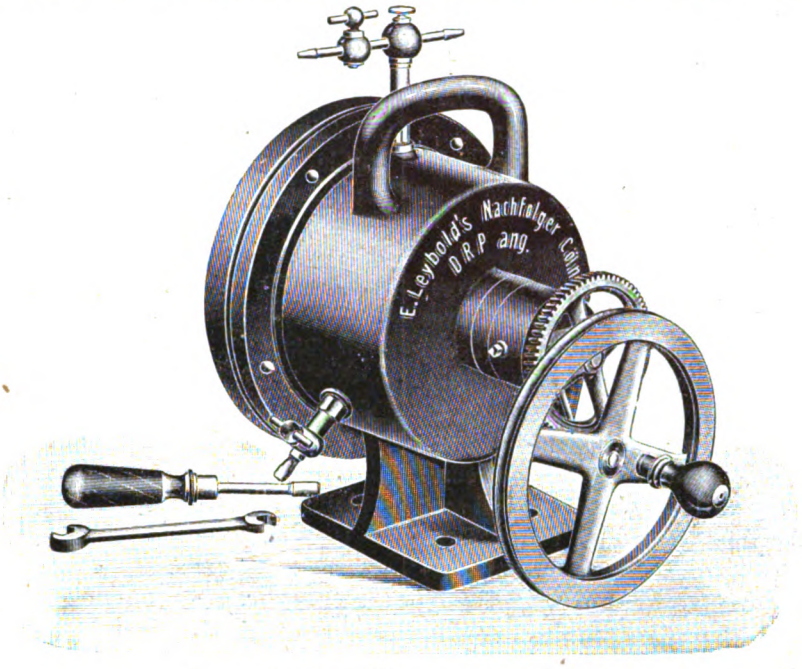



Fig. 1. — Vue d'ensemble de la pompe du Dr Gaede.

L'avantage que présente ce principe sur celui de la pompe à chute ou trompe de Sprengel réside en ce que le barbotage du mercure avec l'air, qui se produit nécessairement dans la trompe, est complètement évité dans la pompe de Geissler.

L'inconvénient qui, dans la pratique, a fait préférer la

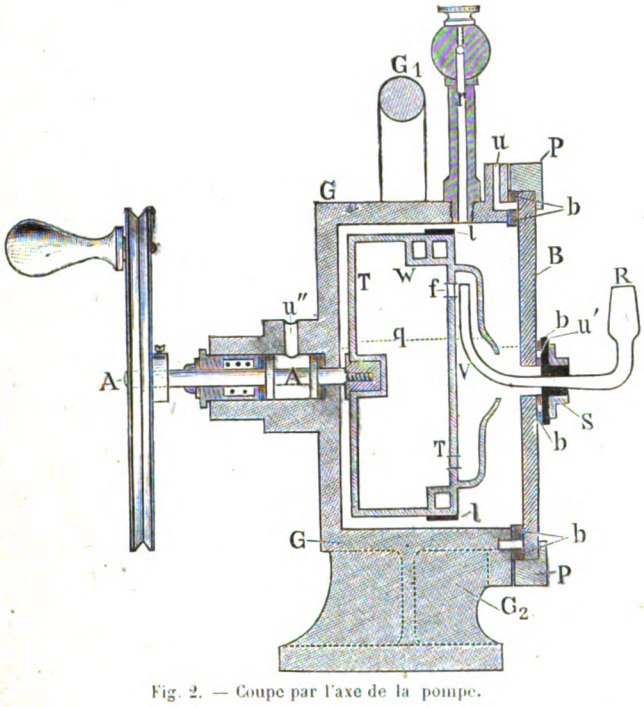



Fig. 2. — Coupe par l'axe de la pompe.

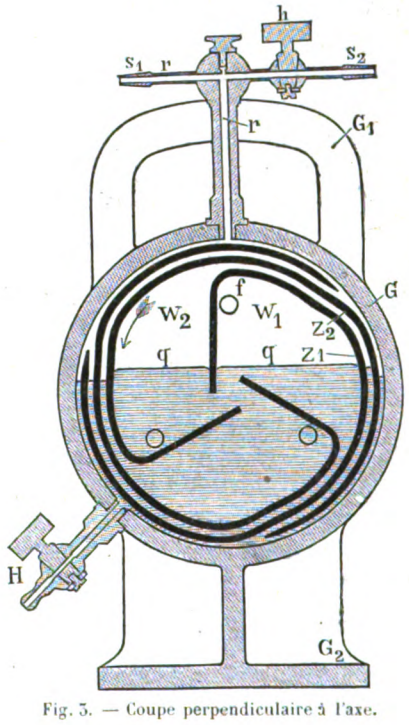



Fig. 3. — Coupe perpendiculaire à l'axe.

trompe à la pompe de Geissler est la difficulté de mouvoir rapidement et automatiquement une assez grande masse de mercure sans danger de briser les appareils. Cet inconvénient a été supprimé d'une façon élégante dans la solution réalisée par le Dr Gaede. Cette solution d'ailleurs avait déjà été proposée, notamment dans la pompe de Barr et Stroud.

En principe, la pompe du Dr Gaede se compose

Digitized by Google

de récipients remplis de mercure qu'on vide alternativement en même temps qu'on les met en relation avec l'enceinte dont on veut raréfier l'air; après quoi, les ayant isolés alternativement de cette enceinte, on les remplit à nouveau de mercure en les mettant en communication avec l'air extérieur, de façon à expulser cet air dans l'atmosphère. C'est donc exactement, comme nous le disions plus haut, le principe de la pompe Geissler; mais, comme nous allons le voir, le procédé employé pour réaliser ce cycle est réellement ingénieux.

Les récipients de la pompe Gaede, au nombre de trois, sont représentés (fig. 2 et 3) par un tambour en porcelaine très remarquablement moulé en une pièce, avec projections intérieures qui le divise en trois parties (fig. 3) et canaux d'expulsion d'air correspondant à chaque partie, logés dans la paroi cylindrique du tambour (fig. 3). Ce tambour tourne autour d'un axe A (fig. 2) à l'intérieur d'un cylindre en fonte G, à demi rempli de mercure. Comme chaque récipient est isolé de ceux qui lui sont adjacents par le mercure qui vient dans tous les cas baigner au moins l'extrémité de chaque cloison intérieure (fig. 3), nous avons trois récipients de pompe Geissler qui se succèdent alternativement dans le mouvement de rotation du tambour; de telle sorte qu'un seul puisse, à la fois, être en communication par son orifice *f* découvert par le mercure (fig. 3) avec l'espace à vider; tandis qu'un autre s'emplit de mercure en chassant l'air qu'il contient et que le troisième complètement plein de mercure est prêt à être mis en relation avec l'enceinte à vider.

Les détails de construction qui rendent pratique l'appareil du docteur Gaede, sont très soigneusement étudiés dans le dernier modèle; plusieurs heureuses modifications sont dues, croyons-nous, à M. le professeur Turpain.

La boîte en fonte G qui contient le mercure (fig. 2 et 3) émaillée intérieurement est montée sur un socle $G_1$; elle porte sur une de ses faces un bossage qui contient le coussinet de l'arbre A; l'espace vide correspondant à l'orifice *u''* est rempli de mercure retenu par une garniture hermétique qui étanche ainsi ce joint. La face opposée est fermée par une glace en verre B (fig. 2) de 2 cm d'épaisseur fixée par cinq boulons sur la paroi cylindrique à l'aide de l'anneau de fonte P; deux anneaux concentriques de caoutchouc *b* sont serrés entre l'anneau P et la paroi de la boîte G et l'intervalle entre les deux anneaux est rempli de mercure par l'orifice *u* ménagé sur la paroi cylindrique de G; on rend ainsi ce grand joint absolument étanche. La glace B est percée en son centre d'un trou par où pénètre le tube R (fig. 2), qui met la pompe en relation avec l'espace à vider. Ce joint est étanché de la même façon que le précédent par le double anneau de caoutchouc *b* et le mercure qu'on introduit par *u'*. Enfin, sur la partie supérieure de la paroi cylindrique G est vissé un tube d'acier *r* (fig. 2 et 3) aboutissant à un T, $s_1$, $s_2$; la branche $s_2$ munie d'un robinet *h* est destinée à relier la pompe et la capacité à vider avec une pompe auxiliaire qui donne un premier vide; la branche $s_1$ (fig. 4) communique par un tube de caoutchouc à une soupape automatique formée d'un manomètre H qui vient fermer l'orifice O d'un tube intérieur quand la pression à l'intérieur de la pompe et de la capacité à vider est tombée à environ 20 mm de mercure par l'effet de la pompe auxiliaire. Un tube en verre qui porte le récipient à acide phosphorique P (fig. 4) est monté sur le raccord rodé L du tube d'acier R (fig. 2 et 4); il sert à relier la pompe à l'espace à vider et à continuer le

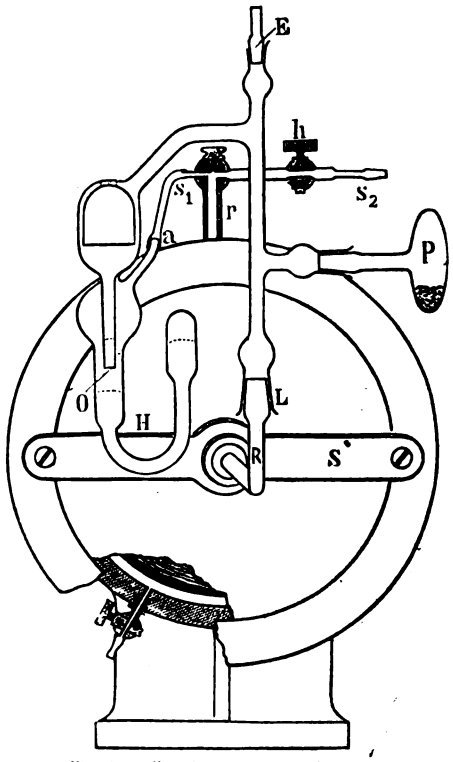



Fig. 4. — Vue des organes extérieurs.

vide dans cet espace dès que la pompe auxiliaire a rempli son office. La capacité à vider est raccordée en E à l'aide d'un raccord spécial.

Comme dernier détail, l'orifice du tube R à l'intérieur de la pompe est recouvert d'une toile métallique qui laisse passer librement l'air aspiré, mais s'oppose par la dépression capillaire à l'introduction du mercure : des projections de mercure qui boucheraient le tube R seraient en effet à craindre sous l'action d'une rentrée d'air brusque produite, par exemple, par la rupture d'un récipient que l'on vide ou de l'un des tubes en verre de l'appareil.

Le fonctionnement de la pompe Gaede est maintenant bien facile à comprendre. Dès que la pompe auxiliaire a obstrué l'orifice du tube O (fig. 4), on fait tourner le tambour de porcelaine T à l'aide du volant ou d'un moteur dans le sens indiqué par la flèche de la figure 3; le récipient $W_1$, qui à ce moment est en communication avec la capacité à vider, se met en équilibre de pression avec cette capacité; puis au bout d'un instant l'orifice *f* de ce récipient étant recouvert par le mercure, l'air qu'il contient est comprimé et chassé par la conduite Z, dans l'intervalle compris entre le tambour et le cylindre de

Digitized by Google

fonte G; là, il est aspiré par le tube $r$ et le branchement $s_2$ à l'aide de la pompe auxiliaire qui doit donner un vide suffisant pour que le niveau du mercure dans le cylindre G se maintienne au-dessus du bord supérieur de l'ouverture centrale du tambour (voir niveaux indiqués fig. 2). Le récipient $W_3$, puis le récipient $W_2$ travaillent successivement de la même façon.

La vitesse normale de rotation de la pompe est de 140 t:m, correspondant à 20 tours au volant, cependant, pour l'obtention de vides très élevés, on a intérêt à ralentir cette vitesse à 115 ou 120 tours.

La manœuvre de cette pompe n'exige aucune précaution spéciale pendant la marche, ni à l'arrêt. Cependant, dans les premiers modèles, le tambour de porcelaine éclatait quand on laissait l'air rentrer brusquement dans la pompe; pour éviter ces accidents, le nouveau modèle est muni d'une bande de caoutchouc qui obture un certain nombre de soupapes de sûreté; cette modification permet de conserver la porcelaine pour constituer le tambour.

Le vide obtenu à l'aide de la pompe Gaede est comparable aux vides que l'on peut produire avec les meilleures pompes actuelles. D'ailleurs, étant donné la forme condensée de l'appareil et sa petite capacité en mercure (1,3 à 1,5 $dcm^3$), il est facile de refroidir ce mercure à peu de frais de façon à abaisser la tension de vapeur de ce liquide. Rappelons qu'à 0°, cette tension s'abaisse à 0,0002 mm, soit environ un tiers de millionième d'atmosphère.

La vitesse d'obtention du vide est peut-être un peu inférieure à celle des pompes à chutes multiples; mais elle est cependant très comparable à celle-ci et il serait peut-être possible de l'augmenter en augmentant sa capacité; dans tous les cas, on arriverait certainement à ce résultat en réunissant plusieurs de ces pompes en parallèle.

En somme, comme nous le disions au début de cet article, la pompe du Dr Gaede (1) nous paraît fort intéressante; et si elle éprouve quelque difficulté à se substituer de suite aux trompes à chute dans la pratique industrielle, il semble qu'elle doive y réussir dans un avenir prochain; dans tous les cas, elle constitue un excellent instrument pour les laboratoires, qui étaient jusqu'ici dépourvus d'appareils sérieux pour l'obtention des vides élevés.

A. Bainville.

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

### SYSTÈME POULSEN

Le système de télécommunication sans fil de M. le professeur Valdemar Poulsen, de Copenhague, peut, à l'heure actuelle, être considéré comme l'un des plus remarquables.

Ainsi qu'il est bien connu, cette méthode est basée sur l'emploi, pour la production des ondes transmissives, de l'arc chantant de Duddell, avec arc se produisant dans une atmosphère d'hydrogène, de gaz ou d'alcool.

L'étincelle ordinaire, de l'éclateur, ne donne, on le sait, que des trains espacés d'ondes rapidement amorties; elle agit, en quelque sorte, suivant une expression de M. Poulsen, à la façon d'un coup de canon, c'est-à-dire qu'elle produit des perturbations très puissantes et très amples, mais instantanément éteintes.

Les ondes étant très promptement décroissantes, quand la première d'entre elles ne suffit pas à exciter le récepteur, les suivantes en sont encore moins capables, car leurs effets, n'étant pas régulièrement espacés ou accordés, ne s'ajoutent point.

Il résulte de tout cela que, pour couvrir une distance donnée, il faut une quantité d'énergie relativement grande, des antennes élevées, des tensions énormes.

C'est pour remédier à ces inconvénients que de nombreux chercheurs s'occupent de trouver le moyen de produire des ondes uniformes.

Les oscillations obtenues à l'aide de l'arc chantant satisfont à cette condition; elles peuvent se comparer aux vibrations sonores d'un diapason excité électromagnétiquement.

Elles permettent, par le fait, de bénéficier de cette accumulation des effets successifs que M. Lodge mit autrefois à profit avec ce genre d'instrument — le diapason électromagnétique — pour la télégraphie inductive.

Par suite de l'addition de leur énergie individuelle, elles peuvent n'avoir qu'une amplitude beaucoup moindre; elles ne s'affaiblissent pas et les tensions nécessaires à l'antenne se trouvent ainsi réduites. Dans les installations Poulsen elles ne dépassent pas 5000 volts au sommet de l'antenne et 450 dans la salle des appareils.

D'un autre côté, par suite de ce que l'étincelle donne des ondes de fréquences variées, il est peu aisé d'éviter, en l'employant, les interférences.

Avec les ondes non amorties de l'arc Poulsen, la syntonisation est plus facile et il n'y a qu'un récepteur accordé qui puisse répondre à un transmetteur donné, ce qui est une condition essentielle pour la réalisation de la téléphonie sans fil et pour la transmission multiple, c'est-à-dire pour la transmission ou la réception simultanée de plusieurs messages au moyen d'une antenne. L'accord, avec le système Poulsen, a pu être réalisé à 4 pour 100 près.

Tant pour la transmission que pour la réception, les appareils Poulsen sont très simples.

Pour la transmission, ils comportent un circuit oscillant à arc chantant de Duddell accouplé directement à l'antenne.

La transmission se fait dans les conditions normales au moyen d'une clef Morse qui met en court-circuit, quand elle est abaissée, quelques-unes des spires de la bobine d'excitation et produit ainsi la rupture de la syntonisation.

(1) Cette pompe se trouve en France chez M. Jarre, boulevard Hausmann, 45, à Paris.

Digitized by Google

Dans les premières expériences, M. Poulsen produisait l'arc sous l'hydrogène ou le gaz de houille, ou bien plaçait une flamme d'alcool dans l'intervalle des électrodes; il préfère aujourd'hui faire venir de l'alcool directement sur l'électrode; les résultats ainsi obtenus sont au moins aussi bons et l'emploi du liquide en question est notablement plus pratique.

La longueur de l'arc doit être de 5 mm environ, on le maintient à cette longueur en réglant l'écartement à l'aide d'une vis.

La boîte qui le contient est recouverte d'un carton perforé. Elle renferme également les bobines de réaction qui sont insérées du côté continu pour empêcher que les courants alternatifs du circuit oscillant atteignent les bobines des électro-aimants; le courant continu circule ainsi en passant par l'une des bobines de l'électro-souffleur, la première bobine de réaction, la seconde et le second enroulement du soufflage.

On peut se rendre compte du bon fonctionnement des bobines par le fait qu'elles s'échauffent beaucoup plus fortement du côté de l'arc que du côté opposé.

La méthode de réception la plus employée est celle du « tikker » de Pedersen, qui a été perfectionnée par M. Poulsen, et qui consiste, en principe, à insérer dans le circuit oscillant récepteur un contact intermittent fermant, dans une position, le circuit oscillant sur lui-même et, dans l'autre, sur un détecteur de type quelconque.

L'avantage de ce mode de montage est d'accumuler l'énergie reçue sous forme statique pour la décharger d'un seul coup sur le récepteur.

Le contact intermittent est un simple vibrateur mécanique, actionné de façon quelconque.

L'antenne est reliée aux bornes d'une capacité qui forme avec une hélice conductrice, le circuit primaire.

Le circuit secondaire ou détecteur est formé d'une

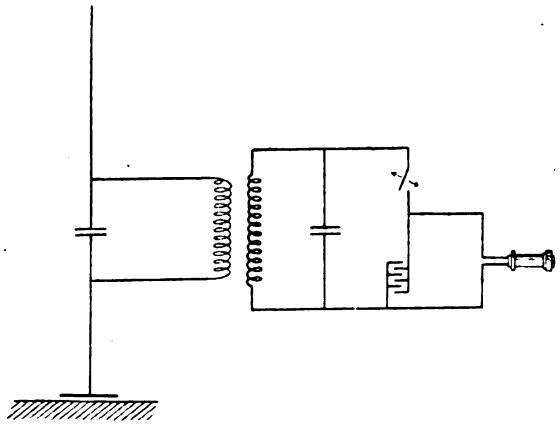


Fig. 1. — Poste récepteur Poulsen pour télégraphie sans fil.

autre hélice, d'un condensateur variable et d'un condensateur fixe, du détecteur et du téléphone récepteur.

Le détecteur proprement dit est habituellement un redresseur cristallin, fonctionnant sans pile, ainsi que l'a montré le Dr Erskine Murray.

Dans le montage de tikker indiqué par M. Poulsen, il n'y a pas de détecteur, et le récepteur, un téléphone, est directement actionné par les ondes reçues (fig. 1).

Le vibrateur de Pedersen se compose d'un marteau de Neef, contenu dans une boîte plate de quelques centimètres carrés au sommet de laquelle sont montés deux contacts en fils d'or, placés en croix, et dont les parois servent d'écran magnétique.

En règle générale le couplage des circuits récepteurs avec l'antenne est fait « étroitement » à l'état de repos, c'est-à-dire par connexion métallique directe, de manière à ce que les émissions les plus faibles atteignent le récepteur qui décèle ainsi en tout temps les signaux d'appel.

Mais, durant le travail, le couplage est très lâche, c'est-à-dire que l'induction mutuelle des deux circuits est faible; les hélices primaire et secondaire se trouvent souvent à plusieurs décimètres l'une de l'autre, et le circuit détecteur est absolument isolé du récepteur.

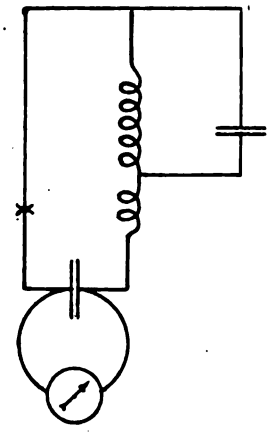


Fig. 2. — Récepteur Poulsen et galvanomètre à thermo-élément.

Comme redresseur réglable, M. Poulsen emploie le condensateur à segments de Kœpsel.

Des plaques métalliques en forme de segments sont disposées parallèlement les unes aux autres, les unes fixes, les autres mobiles, celles-ci montées sur un axe isolant, et les plaques de chaque série alternant les unes avec les autres.

L'écartement des plaques dépend des tensions utilisées. A Cullercoats il est de 4 cm.

Un varietomètre joue, pour l'inductance, le rôle de condensateur réglable sous le rapport de la capacité.

Ce varietomètre est composé de deux bobines connectées en série et susceptibles d'être déplacées l'une par rapport à l'autre, de manière à ce que l'angle qu'elles forment entre elles puisse être modifié de zéro à un maximum.

Les longueurs d'ondes employées sont de 6000 m à 10 000 m.

Les mêmes appareils se prêtent à la fois à la télégraphie et à la téléphonie; cette dernière ne demande d'autre instrument spécial qu'un microphone, convenablement accouplé au circuit oscillant, et le remplacement du tikker par un récepteur continu.

On shunte le microphone par une résistance. Généralement, et dès que l'on doit faire entrer en jeu des quantités d'énergie un peu notables, un seul transmetteur ne suffit pas pour dissiper toute la puissance reçue; aussi doit-on faire usage de plusieurs instruments montés en parallèle et disposés de façon à être impressionnés en même temps. Dans les expériences faites entre Berlin et Copenhague, 6 microphones montés sur une même embouchure ont été employés. Le ou les microphones

Digitized by Google

agissent, en tout cas, de façon à augmenter l'amplitude des ondes électriques à l'unisson des vibrations sonores.

On n'accouple pas habituellement le microphone directement à l'antenne, mais par l'intermédiaire d'un transformateur, afin de pouvoir passer plus aisément de la transmission téléphonique à la télégraphique.

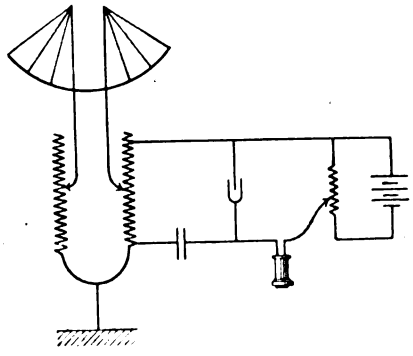


Fig. 3. — Système récepteur de la station de Cullercoats.

M. Poulsen est parvenu à correspondre, par la téléphonie sans fil, à des distances de 280 km environ.

Les sons reçus sont parfaitement clairs et distincts, et la parole est au moins aussi intelligible que par la téléphonie avec fil, dans les meilleures conditions.

Quoi qu'il pense qu'il soit possible de couvrir des distances supérieures, il n'a pas l'intention, qu'on lui a prêtée, d'établir un service de téléphonie sans fil transatlantique.

Cette tâche serait peu aisée en raison du grand nombre de transmetteurs qu'il faudrait faire intervenir.

D'ailleurs l'inventeur estime que, pour les raisons de de secret des transmissions, la télégraphie sans fil a plus d'importance pour le moment que la téléphonie.

D'intéressantes expériences de transmission automatique ont été faites.

On a employé dans ce but un Wheatstone modifié de façon à pouvoir fonctionner avec les courants intenses nécessaires pour cette application (50 amp.) et capable de transmettre 200 mots par minute.

La réception se fait dans ce cas, soit avec le syphon recorder, qui a permis de transmettre 90 mots par minute, soit avec un récepteur photographique au moyen duquel on a atteint une vitesse de transmission de 120 mots à la minute.

Ce récepteur photographique se compose : d'un galvanomètre d'Einthoven, d'un tube microscopique, d'une chambre noire, des appareils de développement et de fixation de la pellicule, d'un mécanisme d'horlogerie servant à l'entraînement de celle-ci.

Le galvanomètre de Einthoven est formé d'un mince fil métallique tendu dans un champ puissant produit par de forts aimants permanents ou par des électro-aimants.

Le fil est en or ou en platine, et épaissi dans la partie visible; on peut aussi employer un fil de quartz platiné; mais le montage est alors plus difficile.

Une lampe est placée entre les pôles et l'ombre du fil est projetée à travers les lentilles du microscope sur l'écran de la chambre. Un oculaire conique dont celle-ci est pourvue permet de régler l'appareil. Les liquides développateurs et fixateurs sont contenus dans des coupelles.

La bande, qui dans les appareils les plus récents sort de l'instrument six secondes après la réception des signaux, montre les images du fil en blanc sur fond noir.

L'appareil est d'une sensibilité extrême, supérieure même à celle du téléphone, et il a le grand avantage qu'avec un peu de pratique un opérateur habile parvient à distinguer les traces dues aux perturbations atmosphériques de celles représentant les signaux; quoique délicat en apparence, il n'est nullement fragile.

On l'emploie avantageusement avec une pile thermo-électrique branchée sur un condensateur comme source auxiliaire.

Quand le climat est très froid et peut provoquer la congélation des liquides photographiques on chauffe les coupelles à l'aide de lampes électriques.

Les brevets de M. Poulsen ont été acquis pour l'Angleterre par l'*Amalgamated Radiotelegaph Company*, qui détient aussi les licences de M. Lee de Forest, et en Amérique par Armstrong et Bojesen (*Radiotelegraph Company*).

L'*Amalgamated Radiotelegraph Company* a établi une station sur la côte anglaise à Cullercoats près de Tynemouth; il y a de plus une station réceptrice à Aartland-Point, dans le North Devon, et l'équipement de la station de Knockroe, pour la transmission transatlantique, près de Trallee, en Irlande, est à peu près complet; cette station correspondra avec un poste dont l'emplacement, en Nouvelle-Écosse, est déjà choisi.

Les expériences se font habituellement entre Lyngby et Esbjerg, qui sont distants de 500 km environ (180 milles).

L'*Amalgamated Radiotelegraph Company* a construit un poste d'une portée de 500 km (300 milles) pour l'armée turque, et des expériences ont été faites par les armées allemande, anglaise et austro-hongroise.

L'équipement fourni à l'armée turque se compose d'un moteur à benzine actionnant une dynamo à courant continu donnant une tension de 400 volts, d'une caisse à appareils et d'une antenne; le tout peut être porté par quatre mules; les mâts de support sont en bambou ou en tubes d'acier.

La caisse à appareils ne présente pas de particularités; les électrodes de l'arc sont verticales; la supérieure, en cuivre, creuse, est refroidie par une circulation d'eau; l'autre est en charbon; un champ magnétique, vertical également, fait tourner l'arc, que l'on allume en rapprochant l'électrode inférieure de celle de cuivre, puis en l'éloignant; de l'alcool tombant d'une coupelle sur l'électrode, qu'il refroidit en se vaporisant, brûle dans l'arc.

La station de Cullercoats primitivement établie par la Compagnie De Forest, est distante, à vol d'oiseau, de 925 km de celle de Lingby, et de 580 km de celle d'Esbjerg.

Digitized by Google

Elle est unique au monde, en ce qu'elle sert à la fois à la télégraphie par étincelle et à la télégraphie par arc.

L'antenne ressemble à celle de Nauen, son mât n'a toutefois que 66 m de hauteur; il est formé de pièces de bois carrées; l'antenne proprement dite se compose de 24 fils de bronze disposés en deux semi-cônes isolés l'un de l'autre au sommet, mais se réunissant par le bas à mi-hauteur du mât.

La prise de terre se fait au moyen de conducteurs enterrés dans le sol à 50 cm de profondeur.

Pour la télégraphie par étincelle, le poste dispose d'un alternateur de 5 kw, donnant 14 ampères sous 400 volts à 120 périodes par seconde actionné au moyen d'un moteur de 6 poncelets, alimenté par les canalisations de distribution locales. Un transformateur statique porte à 50000 v la tension de l'alternateur; la réception se fait à l'aide du détecteur électrolytique De Forest.

Pour la télégraphie Poulsen, le courant est pris à 480 v à la ville et fourni directement à l'arc excitateur.

Les électrodes sont horizontales et enfermées dans une boîte où l'on fait arriver du gaz de houille, la transmission se fait par clef Morse. Trois boîtes plus petites contiennent les arcs à hydrogène ou à alcool employés pour la téléphonie sans fil et dont les électrodes sont verticales.

La longueur d'onde employée est de 1500 m.

La station de Knockroe, dans le comté de Kerry, en Irlande, est pourvue de 3 mâts de 90 m de hauteur.

Dans une station de grande puissance, ayant une portée de 2000 km, qu'a montée l'*Amalgamated Radiotelegraph Company*, les électrodes sont horizontales et la boîte qui les contient, de même que la partie postérieure de l'électrode de cuivre, sont pourvues d'ailettes de réfrigération. Un grand levier sert à rapprocher le charbon de la barre de cuivre pour allumer l'arc.

M. Poulsen et ses collaborateurs consacrent actuellement tous leurs efforts à la mise au point pratique complète de la méthode.

HENRY.

---

UN NOUVEAU PROCÉDÉ POUR DÉTERMINER

LA

## VALEUR DE L'ANGLE DE TORSION D'UN ARBRE

Ce procédé, dû à M. Moritz Kroll, de Pilsen, a été décrit dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* du 24 mai; comme il est très simple, il peut être appliqué à demeure et servir à relever à chaque instant, la puissance transmise par un arbre.

A chacune des extrémités de la partie de l'arbre dont on veut mesurer l'angle de torsion, on cale un disque de fonte en deux parties; ces deux disques identiques, portent à leur périphérie des pièces isolantes, équidistantes, en bois ou autre substance.

Sur chacun des disques appuie un frotteur; ceux-ci sont reliés par un conducteur dans lequel est intercalé

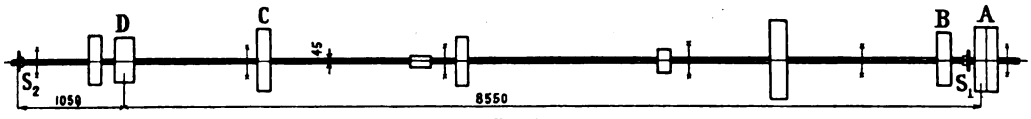



Fig. 1.

une source à courant continu, une résistance réglable et un galvanomètre.

Quand les deux frotteurs appuient sur les parties en fonte de la périphérie des disques, le circuit est fermé; quand l'un des deux frotte sur la substance isolante, aucun courant ne circule.

Les frotteurs sont disposés de sorte que l'un d'eux passe, sur un des disques, du bois sur la fonte, tandis que l'autre passe, sur le second disque, de la fonte sur le bois, et cela tant que l'arbre ne subit aucune torsion.

Si l'arbre est ainsi mis en mouvement, le circuit est fermé pendant un instant très court, et on a une succession de courants fugitifs provoquant une déviation du galvanomètre, que l'on peut faire varier en agissant sur la résistance. Plus les frotteurs sont minces, plus, pour un même réglage de la résistance, la déviation du galvanomètre est faible et plus sensible est le procédé. Si, sous l'action d'un couple à transmettre, l'arbre subit une torsion, les deux disques se déplacent l'un par rapport à l'autre; chaque fermeture du courant a une durée plus longue, de sorte que la déviation du galvanomètre augmente. On peut donc, de la déviation du galvanomètre, déduire la valeur de l'angle de torsion.

M. Kroll a appliqué le procédé à l'École industrielle impériale royale de Pilsen. L'arbre sert à la commande de la menuiserie installée au premier étage et est actionné par la transmission principale du rez-de-chaussée, à une vitesse angulaire de 180 t:m. Cet arbre (fig. 1) a un diamètre de 45 mm, porte une poulie de commande et actionne à son tour, au moyen de poulies, diverses machines-outils, une machine à raboter le bois, la plus importante, une petite scie circulaire, etc. L'un des disques $S_1$ a été calé près de la poulie de commande, l'autre à l'extrémité libre de l'arbre, à 9600 mm de la première.

Les disques avaient 200 mm de diamètre; à la périphérie étaient disposées dix pièces isolantes de même longueur que les pièces de fer les séparant; le courant, comme la vitesse angulaire de l'arbre était de 180 t:m, s'établissait donc 30 fois par seconde. Le galvanomètre était un appareil ordinaire, dit d'école, de la maison Hartmann et Braun. La déviation de l'aiguille à vide correspondait à un quatre-centième d'ampère, la tension aux

Digitized by Google

bornes du galvanomètre était de moins de un quart de volt. Le courant provenait de 4 éléments d'accumulateurs, la résistance était constituée par deux lampes à incandescence de 16 bougies 110 v, mises en parallèle.

Les essais entrepris avec l'arbre tournant à vide et avec divers décalages dans le sens contraire de la rotation du disque $S_2$, ont donné les résultats de la courbe en traits pleins de la figure 2, dans laquelle les abcisses repré-

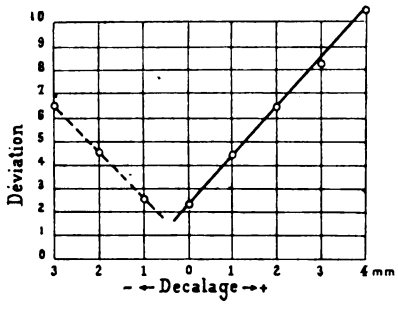



Fig. 2.

sentent les arcs de décalage et les ordonnées les déviations de l'aiguille du galvanomètre. Pour un décalage 0, la déviation était de 2 divisions de la graduation; ceci provient, d'une part, de ce que les frotteurs ont environ un demi-millimètre d'épaisseur chacun, de sorte que dans le passage de l'isolant au fer et *vice versa*, on a une certaine durée de contact. Comme d'après le diagramme à un décalage de 1 mm correspondent 2 divisions de l'échelle, on peut conclure que, par suite des frottements dans les paliers, on a sans charge une torsion correspondant à un arc de un demi-millimètre, ce qui fait en tout à peu près 2 mm.

Pour vérifier, on a tracé la courbe en décalant le disque $S_2$ dans la direction opposée (sens du mouvement de la rotation). En décalant de 1 mm, on a, comme on devait s'y attendre, une déviation de 2,5 divisions de l'échelle. Comme l'arbre subit à vide une torsion correspondant à un arc de 1 mm, il reste pour la longueur du contact un demi-millimètre. Les durées de contact pour les divers décalages, étant naturellement les mêmes, donnent la même déviation supplémentaire du galvanomètre.

La détermination exacte des déviations a donné lieu à des difficultés. L'ensemble de l'installation est actionné par un moteur à gaz Otto de construction ancienne. Les variations de la marche du moteur se répercutaient, quoique affaiblies, à l'arbre et étaient indiquées par le galvanomètre; l'aiguille oscillait à droite et à gauche; au moment de l'allumage, la déviation augmentait d'environ un tiers de division. S'il y avait en marche au rez-de-chaussée de grosses machines, cela influait sur l'indication du galvanomètre; quand, par exemple, un marteau-pilon de 150 kg fonctionnait, pendant l'élévation du poids l'aiguille du galvanomètre avançait d'environ une division de l'échelle.

Pendant les essais de la transmission à la menuiserie on a arrêté les machines du rez-de-chaussée. Si l'on mettait en service les machines dont les poulies de commande étaient près du disque $S_1$, naturellement le galvanomètre, même pour de grandes charges, avait une déviation (car l'arbre était moins long, l'angle de torsion plus petit).

Quand une scie, la machine la plus éloignée de $S_1$, était actionnée, les déviations du galvanomètre étaient importantes (l'axe de la poulie de commande est à 8550 mm de l'axe $S_1$; c'est la longueur $l$ sur laquelle se produit la torsion).

Quand la machine démarrait, l'indication du galvanomètre passait de 2,2 divisions à 5 ou 9 divisions, selon que l'on démarrait plus ou moins vite; puis revenait à 4, à 4,5 divisions. Si l'on rabotait, l'aiguille avançait plus ou moins, suivant l'épaisseur du copeau, la largeur de la planche, et atteignait parfois la division 8; puis, dès que l'ouvrier appuyait un peu moins fort, l'aiguille du galvanomètre revenait en arrière; quand on rabotait, le moteur était déjà surchargé. Lors du travail moyen, on obtenait d'après la déviation du galvanomètre, en se reportant à la figure 2, un arc d'environ 3 mm, mesuré à la périphérie du disque; de sorte que, comme l'arbre subit à vide une torsion de un demi-millimètre, la torsion totale correspondait à un arc de 3,5 mm; comme le disque a un rayon de 100 mm, cet arc correspond à un angle de torsion :

$$\delta = \frac{3,5}{100} \cdot \frac{180}{\pi} = 2^{0}.$$

De l'angle de torsion, on peut déduire le couple et la puissance, quand l'on a fait des essais de torsion, l'arbre ne tournant pas, ou quand l'on connaît le module d'élasticité du métal et le moment d'inertie de l'arbre.

Comme ce dispositif peut être employé dans la pratique courante, l'auteur a essayé d'utiliser, au lieu du galvanomètre, un voltmètre ordinaire que l'on peut facilement se procurer.

Un voltmètre Weston a donné de bons résultats; ce voltmètre à deux échelles pour 150 et 15 v, dans l'essai à voltmètre, a été branché sur un réseau à 110 v, et on a utilisé l'échelle pour 15 v. L'aiguille se déplaçait jusqu'au milieu de la graduation quand on rabotait. Par contre, des instruments ordinaires pour tableaux n'ont pu être employés, car l'intensité moyenne du courant était trop faible. On peut employer des voltmètres pour tensions beaucoup plus faibles que la source (exemple 15 v pour 110 v), ou bien augmenter le nombre d'émissions du courant en augmentant le nombre de portions isolées sur les disques.

Nous avons indiqué, l'an dernier, l'emploi d'un procédé analogue permettant d'évaluer la puissance transmise par une machine, un arbre de couche de navire, par exemple. La seule difficulté, dans ce cas, réside dans l'incertitude où l'on se trouve de connaître exactement la valeur du couple correspondant à un angle de torsion déterminé.

F. L.

Digitized by Google

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE

## DESCRIPTION ET ANALYSE DES APPAREILS EXPOSÉS

*Ainsi que nous l'avons annoncé, nous publierons successivement la description des principaux stands de l'Exposition de Marseille en réservant une large place à l'appareillage et au matériel électrique si importants aujourd'hui.*

**M. Maljournal et Bourron, de Lyon.** — Cette exposition se compose de divers panneaux et tableaux pour appareillage à haute et basse tension. Au milieu du stand se trouve un tableau destiné à une installation à basse tension, comportant un moteur à gaz pauvre, une dynamo de 200 volts 300 ampères, une batterie d'accumulateurs de 140 éléments, un survolteur 100 volts 200 ampères actionné par un moteur électrique spécial.

*Basse tension ; tableau central.* — Ce tableau comprend : 1° tous les appareils de mesure, interrupteurs, coupe-circuits pour la batterie, la dynamo et le survolteur.

2° Un réducteur simple branché au centre de la batterie. Le rôle de ce commutateur est de déplacer la connexion du fil neutre suivant l'état de charge des ponts.

3° Un autre réducteur double 200 ampères 21 plots pour la charge et la décharge. Cet appareil est branché à l'extrémité de la batterie.

Dans ces deux types de réducteur, le montage des balais en porte à faux a été supprimé; les balais sont placés symétriquement par rapport à l'axe, ce qui supprime tout effort transversal et assure une grande douceur de manœuvre.

4° Un démarreur spécial pour le lancement du moteur à gaz, permettant d'utiliser dans ce but la dynamo actionnée par la batterie.

5° Un démarreur pour moteur électrique conduisant le survolteur.

De même que pour les réducteurs doubles, et pour les mêmes raisons, les porte-balais de ces deux démarreurs sont équilibrés et disposés de façon à obtenir une très grande flexibilité des balais.

6° Un disjoncteur à maxima et minima pour la charge de la batterie.

Ce disjoncteur mérite une mention spéciale :

L'ensemble est très compact, et les bobines maxima et minima sont disposées de façon à obtenir les dimensions minimum d'encombrement dans le sens de la largeur.

Le système à minima permet un déclenchement à partir de 2 ampères jusqu'au maximum, et celui à maxima permet le déclenchement depuis 125 jusqu'à 250 ampères, dans le type exposé.

Avec un tel appareil, une batterie d'accumulateurs est parfaitement protégée. Le réglage des maxima peut se faire en marche et d'après les indications d'un index coulissant dans un tube gradué.

7° Un panneau spécial de parafoudres pour deux lignes à 3 fils, comprenant résistances et bobines de self complète le tableau.

Ce panneau est placé au-dessus du tableau, mais peut et doit surtout être installé à l'arrivée ou à la sortie de la ligne. Il se compose de deux parafoudres tripolaires à peignes et à cornes de soufflage d'arc.

Les connexions des divers éléments entre eux (résistances et self), sont faites d'une façon rationnelle, assurant le maximum de sécurité à l'installation à protéger.

Le montage des résistances en charbon est obtenu à l'aide de douilles à ressort, permettant ainsi aux charbons de subir toutes dilatations ou courbures, sans se briser, ni risquer de tomber à terre, comme cela arrive souvent, avec certaines pinces.

*Panneau d'interrupteurs à couteaux et disjoncteurs à courant continu.* — A la droite du tableau central se trouve un panneau supportant une série d'interrupteurs automatiques à maxima et à minima à courant continu, ainsi que des commutateurs et interrupteurs à couteau en cuivre rouge à pare-étincelle, et à rupture brusque, de 25 à 2000 ampères.

Les interrupteurs automatiques à minima (disjoncteurs) de ce panneau permettent de déclencher à volonté, à partir d'une intensité très faible, suivant les besoins; ils conviennent surtout pour la protection des batteries d'accumulateurs.

Les interrupteurs automatiques à maxima sont également d'une très grande simplicité; ils sont munis de pare-étincelle en charbon et sont largement dimensionnés comme balais et surfaces de contact; ils sont ordinairement établis pour un point de déclenchement réglable de 70 à 140 pour 100 de l'intensité normale.

Ces appareils peuvent être construits pour fonctionner indifféremment sur courant continu ou alternatif.

La tendance (qui va tous les jours en s'accentuant) à supprimer les fusibles ordinaires dont l'efficacité est par trop incertaine, fera généraliser l'emploi de ces appareils, que leur simplicité permet de placer entre toutes les mains.

Les interrupteurs à couteau en cuivre rouge sont d'un type qui va se répandant de plus en plus, pour l'équipement des tableaux à des tensions jusqu'à 550 volts. Les surfaces de contact sont très grandes, ainsi que les diamètres des tiges de connexions, écrous et cosses (contact, 10 millimètres carrés par ampère; tiges, 1 ampère par millimètre carré).

Les interrupteurs à 550 volts sont munis, indépendamment du pare-étincelle à couteau, à rupture brusque, de deux autres pare-étincelle en zinc servant de protection aux chapes.

Pour les intensités de 200 à 2000 ampères, les pare-étincelle sont en deux pièces accolées, ce qui donne une

Digitized by Google

grande douceur à l'arrachement et évite le bâillement des chapes de contact lorsque le couteau est enclenché à fond.

Dans la série des coupe-circuits, signalons un type spécial de fusible à cartouche et à fils multiples, permettant le remplacement facile et rapide des fusibles, et qui convient tout spécialement pour moteurs et circuits inductifs.

*Panneau d'interrupteurs automatiques tripolaires maxima et minima spéciaux pour moteurs triphasés.* — Faisant suite à ce panneau, il s'en trouve un deuxième comprenant une série d'interrupteurs automatiques spéciaux, pour moteurs triphasés, fonctionnant à maxima et à minima, pour des intensités de 25 à 1000 ampères, avec des courants de 25 à 50 périodes par seconde jusqu'à 440 volts.

Les appareils à minima sont à deux solénoïdes à fil fin et protègent les moteurs contre la rupture accidentelle d'un fil quelconque de ligne, ou la suppression momentanée du courant dans cette ligne.

Ils agissent également dans le cas de trop grande baisse de tension, chose que l'on ne peut obtenir avec les bobines à minima enroulées ordinairement à gros fils.

Les appareils à maxima et à minima sont munis d'une troisième bobine déclenchant à une intensité déterminée, protégeant ainsi le moteur contre des surcharges exagérées.

A cette bobine à maxima peut être adjoint un système de déclenchement à action différée et réglable à quelques secondes, permettant ainsi à l'interrupteur de rester enclenché lorsque la surcharge ou la baisse de tension aux bornes n'est que d'une durée momentanée.

*Interrupteurs et commutateurs horaires et à relais.* — Faisant encore suite au panneau précédent, nous remarquons un troisième panneau contenant un interrupteur et un commutateur horaires, ainsi que divers interrupteurs et commutateurs à relais, commandés à distance pour monte-charge, élévation d'eau, etc.

L'interrupteur horaire permet d'assurer, d'une façon sûre et automatique, l'allumage et l'extinction d'un secteur municipal à des heures déterminées.

Il se construit en interrupteur uni, bi, ou tripolaire, actionnant un réseau dont l'intensité normale ne dépasse pas 15 ampères sous 110 volts, ou 8 ampères sous 220 volts; cette intensité s'entend pour des circuits non inductifs d'éclairage, ne comportant pas de moteurs ou autres appareils ayant une grande self-induction.

Cet appareil se règle de façon à obtenir un ou deux allumages et une ou deux extinctions par 24 heures; il s'établit également en commutateur permettant d'allumer un circuit à des heures déterminés avec l'une ou l'autre de deux sources différentes, et peut se régler de façon à obtenir deux ou quatre commutations par 24 heures.

Un interrupteur-commutateur à relais complète cet interrupteur horaire et permet de mettre en circuit ou de rompre des intensités supérieures; il est commandé directement par l'appareil horaire qui fonctionne comme relais, mais il peut également servir comme interrupteur ou commutateur se commandant à distance par un commutateur à deux directions sans plot mort.

Une série d'interrupteurs et commutateurs à relais également peuvent trouver leur emploi dans de nombreux cas pour appareils de levage, ascenseurs, monte-charges.

Nous signalons particulièrement le commutateur bipolaire à points morts, spécial pour monte-charge à courant triphasé, pouvant fonctionner à l'aide de simples boutons d'appel, et permettant par l'adjonction d'un contact ordinaire, toute montée ou descente tant que la porte est ouverte,

En avant du tableau central deux tables contiennent l'échantillonnage du petit et moyen appareillage à basse tension, construit par la maison Maljournal et Bourron, pour installations intérieures et extérieures.

Dans le grand nombre d'appareils présentés sur ces deux tables, nous signalons entre autres les douilles différentielles à hauteur variable de la chemise de la douille, et les douilles ordinaires à trois ergots.

On y voit également les coupe-circuits aériens, ainsi que ceux à barettes mobiles, et les prises de courant pour toutes intensités et tensions jusqu'à 500 v, et notamment la série d'interrupteurs sous coffret vitré pour compteurs, munis d'un système simple et pratique de plombage, et de fuses à barettes facilement remplaçables.

Sur les mêmes tables sont exposées : les gros appareils tels que démarreurs à porte-balais équilibrés, à déclenchement à minima ou à maxima et minima. On y trouve encore les commutateurs bipolaires à plusieurs directions commandés par un même volant, et à circulaires concentriques, ce qui donne un encombrement des plus restreints en supprimant la barette de couplage employée jusqu'ici dans beaucoup d'appareils similaires.

*Lanternes et appliques pour éclairage de villes.* — Parmi les divers types de lanternes et appliques pour éclairage de ville, quelques-uns sont intéressants par leur facilité d'installation et de montage pour le remplacement des fils.

En particulier une lyre se fixant sur colonne à gaz ordinaire, entièrement démontable dans toutes ses parties constitutives, pouvant recevoir les conducteurs extérieurement ou intérieurement. Certaines appliques construites entièrement en tubes fer; d'autres appliques pouvant se fixer sur murs ou poteaux.

La maison Maljournal et Bourron construisant également la lustrerie d'art en bronze n'a pu, dans cette partie de l'Exposition presque exclusivement réservée au matériel de tableau et haute tension, faire une installation complète de cette branche de sa fabrication qui, du reste, n'aurait pas cadré avec l'ensemble de son exposition.

*Haute tension.* — Si nous passons maintenant à l'expo-

Digitized by Google

sition du matériel haute tension, nous remarquons tout d'abord un tableau pour station génératrice de trois alternateurs de 500 kw.

La maison M. B. n'a pas cherché à frapper l'esprit du public en exposant des appareils de 2 et 3000 kw, vu que ces installations sont plutôt des cas particuliers, tandis que les groupes de 500 kw sont beaucoup plus courants, et que l'installation d'un groupe de cette puissance est identique, à quelques dimensions près, aux installations de puissance inférieure, qui intéressent le plus grand nombre des exploitants et concessionnaires de réseaux à haute tension.

Le tableau comprend donc trois panneaux supportant chacun : un interrupteur tripolaire rupture dans l'huile de 500 kw 5000 v (cette tension est adoptée comme la plus courante) ; il faut constater néanmoins que l'ensemble du tableau est prévu et dimensionné pour du courant à 10000 v.

*Interrupteur à l'huile.* — Les interrupteurs à huile exposés sont intéressants en ce que leurs principales parties constitutives sont essentiellement démontables. Il suffit de dévisser deux écrous et enlever une clavette pour sortir complètement le support des plots mobiles de contact.

De même les parties supportant les contacts fixes peuvent également se dévisser très facilement. Aucune pièce de porcelaine n'est scellée, et par conséquent chaque partie est facilement remplaçable.

Tous ces détails ont une extrême importance dans la question d'entretien.

On sait en effet qu'il faut de temps en temps rafraîchir les surfaces de contact en leur donnant un petit coup de toile émeri, ou de lime douce.

Lorsqu'un appareil est déjà en place, la chose est souvent très incommode à cause de l'exiguïté ou du peu d'éclairement du local où sont placés les interrupteurs (indépendamment du souci de se trouver au voisinage d'appareils à haute tension).

Bien souvent, la petite réparation d'entretien est mal faite, ou même pas faite du tout, et ceci au détriment du bon fonctionnement et de la durée de l'appareil.

Dans le système exposé, en moins de 5 minutes, toutes es parties à vérifier peuvent être enlevées et transportées sur une table ou établi, en pleine lumière, et peuvent être, s'il y a lieu, très commodément réparées avec toute l'attention voulue.

Ces appareils peuvent être commandés à distance à l'aide de barres ou de tringles dans le cas où l'on ne voudrait pas d'interrupteurs derrière le tableau.

L'agencement et l'équipement du tableau comprend tout le matériel employé en pareil cas, lampes de phases, fiches de couplages, appareils de synchronisation, ampèremètres, voltmètres, transformateurs de tension et d'intensité.

L'interrupteur du panneau central est muni d'un système de disjonction à maxima à action différée.

*Limiteurs de tension.* — A l'arrière du tableau se trouvent installés différents types de limiteurs de tension à veine liquide (3 modèles).

Le premier type à déversement consiste en une veine liquide contenue dans un tube de cristal spécial, avec déversement continu de l'eau sur la partie extérieure. Dans le tube plonge un conducteur de hauteur variable, et à l'extérieur du tube une bande de hauteur également variable, à brins plongeants permet de régler la résistance de la couche liquide superficielle extérieure.

Ce modèle convient aux stations où l'on ne dispose pas d'eau à discrétion.

Le deuxième type consiste en une veine liquide tombant verticalement, et de hauteur variable, il convient pour les endroits où l'on a de l'eau sous une pression moyenne.

Pour diminuer le débit du liquide, tout en allongeant la veine, l'appareil est muni de divers étranglements étagés maintenus par une gaine en fil d'amiante (système et disposition déposés). Le réservoir supérieur sert à la fois de détendeur, et à expurger l'air de la conduite.

Le troisième type est le modèle courant à jet liquide ascendant et à hauteur variable de la calotte de contact, ce type convient pour les endroits où l'on a de l'eau à discrétion et sous pression.

Les appareils exposés sont présentés avec des réservoirs métalliques que l'on peut, bien entendu, remplacer par d'autres en ciment pour des installations fixées à demeure.

Ces trois limiteurs sont munis d'un ampèremètre spécial, permettant de régler le jet pour une consommation déterminée de 0,2 ampère environ.

Ils sont également munis à leur partie supérieure d'un sectionneur permettant d'effectuer sans danger les opérations de réglage.

Nous remarquons à la partie supérieure du tableau de génératrice à haute tension, tout un ensemble de sectionneurs, parafoudres, résistances, expliquant très clairement aux visiteurs les meilleurs modes de montage de ces appareils.

*Appareil à signaux pour manœuvres de couplage* — Ne laissons pas ce tableau sans signaler un appareil à signaux lumineux et acoustiques destiné à faciliter les manœuvres de couplage, et placé immédiatement au-dessus de la partie antérieure de ce tableau, portant les inscriptions « Accélérer », « Ralentir », « Arrêt », qui doivent être lues à distance par le conducteur du moteur commandant le groupe à coupler.

Lorsque la salle des machines se trouve trop loin et hors de vue du tableau de distribution, les panneaux lumineux peuvent être transportés dans cette salle, dans un endroit bien en vue.

Ils sont commandés par trois boutons placés sur le tableau, et chaque bouton est muni d'un répétiteur lumineux qui reproduit les indications données au mécanicien. Le nombre des inscriptions lumineuses peut, suivant le

Digitized by Google

cas, être augmenté à volonté suivant le nombre d'indications conventionnelles.

*Station réceptrice de transformation.* — Faisant pendant à ce tableau de génératrice, à gauche du stand, se trouve un groupe de deux tableaux de sous-station de transformation. Le premier comprend deux panneaux supportant un interrupteur à huile de 500 kw, identique à ceux déjà décrits, mais disposé au-dessus du tableau, et commandé par une tringle de renvoi.

Sur l'autre panneau est placé un interrupteur tripolaire basse tension à couteaux en cuivre rouge de 1200 A; au-dessus des deux interrupteurs se trouvent les appareils de mesure, voltmètre, ampère-mètre et compteur d'énergie pour courant à haute tension.

L'équipement du tableau est complété par les transformateurs de tension et d'intensité, appareils de mise à la terre, coupe-circuits sectionneurs, parafoudres et limiteurs de tension.

*Limiteur de tension en cascade.* — Les limiteurs de tension de ce tableau présentent un aspect curieux, consistent en une série de lamelles et de rondelles découpées disposées en cascades suivant la dénomination de ce genre d'appareil.

Il remplit le même but que les appareils à rouleaux, mais permet de faire varier la grandeur des intervalles

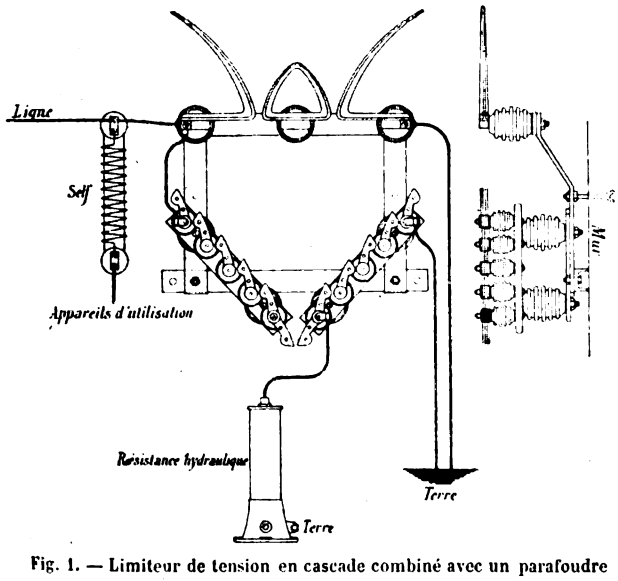



Fig. 1. — Limiteur de tension en cascade combiné avec un parafoudre à intervalles.

de déflagration depuis 0,5 jusqu'à 10 mm, et plus s'il était besoin, et cela par le simple mouvement d'un écrou de serrage.

Les rondelles et lamelles sont très rapidement remplaçables en cas de brûlure et très peu coûteuses comme renouvellement.

Les appareils limiteurs de tension destinés à faciliter l'écoulement d'une façon continue des surtensions anormales dans la ligne, ne protègent pas l'installation contre les décharges directes de la foudre, qui peuvent les détruire complètement.

Dans le type exposé, la suite des éléments est placée en deux branches disposées en forme de V (fig. 1).

La première branche de gauche a son élément supérieur directement relié à la ligne, et son élément inférieur rapproché à une faible distance de l'élément inférieur de la seconde branche de droite, qui est lui-même relié à une résistance liquide.

L'élément supérieur de la deuxième branche est relié directement à la terre, sans interposition de résistance ohmique.

Les intervalles d'éclatement des éléments de la première série sont aussi petits que dans les limiteurs à rouleaux ordinaires.

Quant à ceux de la deuxième, ils sont beaucoup plus grands, et la somme de leurs distances est calculée comme celle d'un parafoudre à intervalles multiples ordinaire.

Dans le cas d'un coup de foudre direct, comme cela a du reste été constaté, une partie de la décharge passe par la première série et la résistance liquide, mais la plus grande part se décharge directement à la terre, par la seconde branche, les deux branches se comportant chacune comme les cornes d'un parafoudre ordinaire ainsi qu'on le voit fig. 1.

Par surcroît de précaution, le limiteur parafoudre à cascades est surmonté d'un parafoudre à intervalles multiples qui complète son efficacité.

*Résistances liquides.* — Les résistances liquides exposées pour parafoudres sont :

1° Du type courant à tube grès, et embase fonte, pour intérieur;

2° Du même type spécialement disposé pour être placé à l'extérieur, et directement sur mur ou poteau.

Une remarque doit être faite pour des résistances spécialement destinées à des limiteurs de tension placés dans des postes de transformation, où l'eau fait généralement défaut, et où de grosses résistances liquides ne peuvent trouver place.

Ces résistances liquides spéciales sont contenues dans des tubes de cristal, et la résistance de la colonne peut varier suivant la profondeur d'une tige plongeante.

A cet appareil est adjoint un réservoir siphoïde contenant de 15 à 20 litres de liquide, dont le but est de maintenir rigoureusement constante la hauteur de la colonne d'eau, et compenser ainsi les pertes par évaporation pendant plus d'un mois, ou même plusieurs mois, suivant la dimension du réservoir (fig. 2).

Ce système est très ingénieux et très pratique, car il permet d'installer des limiteurs de tension dans des endroits que l'on ne peut surveiller d'une façon continuelle ou suivie, et où l'emploi des résistances charbon n'est guère possible à cause des prix des éléments constituant ces résistances.

Quant aux résistances métalliques, quoique supérieures

Digitized by Google

aux charbons, elles sont sujettes à des solutions de continuité provoquées par des décharges un peu fortes.

Placé côte à côte avec ce tableau de sous-station se trouve un tableau plus petit pour postes de transformateur de faible puissance, constitué par une simple ossature métallique supportant un interrupteur à huile

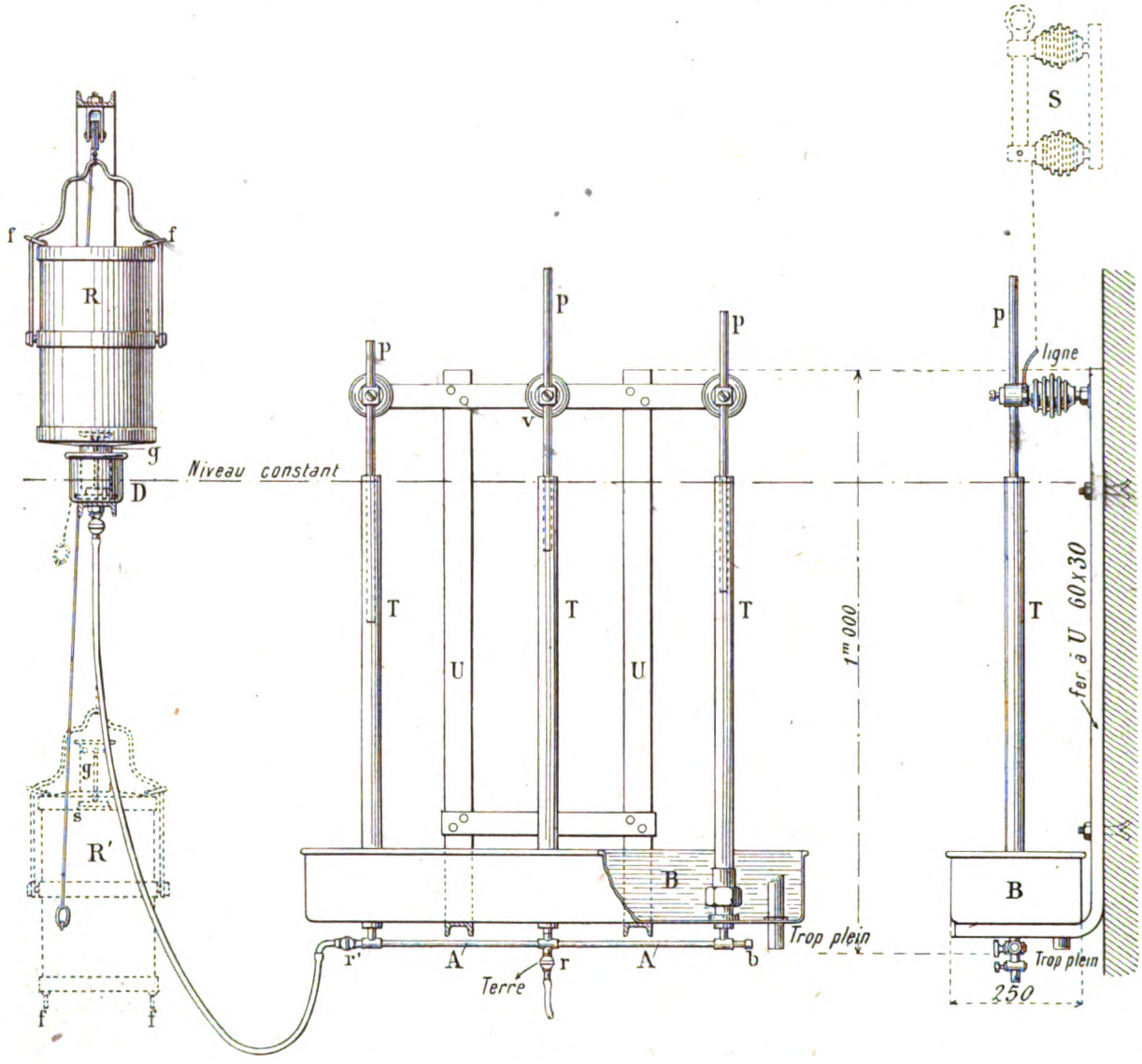



Fig. 2. — Résistances liquides à réservoir siphoïde pour limiteur de tension en cascade.

100 kw à 5000 v, 3 coupe-circuits haute tension, interrupteurs tripolaires basse tension, et appareils de mise à la terre à dispositif de vérification par lampe.

*Panneau coupe-circuits et parafoudres.* — Nous continuons en signalant un panneau supportant toute une série de coupe-circuits haute tension de 5000 à 25 000 v.

Ces coupe-circuits possèdent des contacts flexibles largement établis ; ces contacts sont du reste les mêmes du plus petit modèle au plus grand, et peuvent supporter normalement un courant de 100 ampères, ce qui permet d'employer dans certains cas ces coupe-circuits comme barres de coupure, en remplaçant le fusible par un gros conducteur massif.

Dans tous les modèles exposés les fusibles sont multiples, et en argent ou aluminium, chacun passant dans un tube amiante indépendant.

Le montage des différentes pièces sur colliers de serrage permet le rapide remplacement des poignées porcelaine qui pourraient se briser. Ajoutons que toutes les pièces de ces coupe-circuits, y compris la visserie, sont étamées. Au-dessus de cette série de coupe-circuits est placée une suite de parafoudres à divers intervalles.

Bien souvent ce genre d'appareils est construit d'une façon trop rudimentaire, et sans aucune considération de leur fonctionnement ou entretien ultérieur.

Les types exposés ici présentent une grande marge pour le réglage des écartements entre les cornes, lesquelles sont très solidement fixées et aussi très facilement démontables.

Digitized by Google

Toutes les parties des appareils destinés à l'extérieur, cornes, cosses, vis, etc., sont étamées.

Tout à côté de ces parafoudres, des bobines de self attirent l'attention par leur disposition de doubles spirales plates disposées en série.

Sur le même panneau nous trouvons une série de résistances en charbon pour intérieur et extérieur, appareils

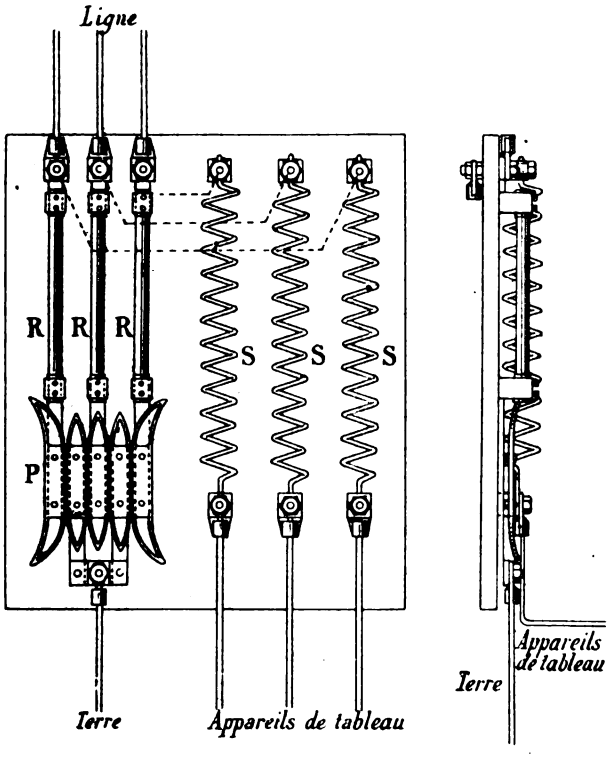



Fig. 3. — Parafoudres tripolaires et résistances en charbon.

de mises à la terre (mica et porcelaine), munis du système de vérification à la lampe.

*Commutateur-disjoncteur de mise à la terre.* — A propos de ces appareils de mise à la terre, signalons un commutateur-disjoncteur complété par trois appareils de mise à la terre, destiné à protéger d'une façon efficace les circuits à basse tension contre tous les dangers résultant d'un contact avec un circuit à haute tension.

Lors d'un contact accidentel, le disjoncteur déclenche, coupe le courant du transformateur sur la ligne, et met ensuite cette ligne à la terre.

Ce disjoncteur de sûreté peut s'installer, soit à l'extrémité d'une ligne placée en dessous d'une ligne à haute tension, soit au poste même de transformation.

*Interrupteurs sur poteaux sectionneurs.* — Nous terminerons en signalant la série des interrupteurs et sectionneurs de haute tension de 3000 à 30 000 volts :

1° D'abord l'interrupteur tripolaire pour 15 000 volts, à commande par tringle, avec verrouillage de sûreté à la position ouverte ou fermée.

2° Ensuite un autre interrupteur d'un type tout spécial à pôles étagés, modèle utilisé par la Société « Sud électrique » ;

3° Une série d'interrupteurs tripolaires à 3000, 5000 et 10 000 volts, pour dérivation de ligne secondaire à haute tension, remplissant le rôle de sectionneurs, en permettant de couper les trois lignes à la fois, pour éviter des surtensions dangereuses;

4° Une série de sectionneurs pour intérieur et extérieur; dans cette série les types à partir de 20 000 volts peuvent être munis de pare-étincelles spéciaux, d'une forme et position généralement peu employées dans la pratique courante, et qui a fait ses preuves dans des lignes à haute tension de l'Est et du Centre.

Ces appareils sont disposés horizontalement, et la distance entre les couteaux et le support est rendue aussi grande que possible.

L'adjonction du pare-étincelle, tout en ne donnant pas la faculté de couper en charge, prévient néanmoins la destruction des chapes et du couteau, dans les cas où des raisons impérieuses ne permettent pas de couper le courant à vide.

Ces mêmes sectionneurs, pour des tensions de 5000 v et au-dessous, peuvent être disposés en interrupteurs ou commutateurs uni ou multipolaires. A. Z.

---

SUR

## UNE INSTALLATION D'HORLOGES ÉLECTRIQUES

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* vient de donner la description d'une installation d'horloges électriques établie par l'A. E. G. dans une usine près de Magdebourg. Nous la signalerons en passant, cette application offrant quelques particularités intéressantes.

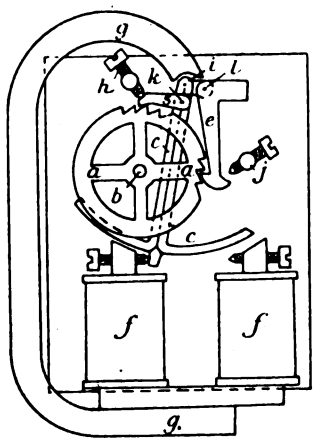
L'horloge distributrice comporte, outre le mécanisme habituel, un dispositif actionnant un avertisseur lorsque l'horloge doit être remontée. A part la distribution de l'heure, elle assure la commande de différents signaux placés chez le concierge ou chez le mécanicien de l'usine; elle peut, par exemple, mettre automatiquement en circuit, aux heures déterminées, une sirène électrique pour le personnel ouvrier.

L'impulsion est donnée aux horloges réceptrices toutes les minutes. Le courant est inversé à chaque impulsion et actionne un système magnétique polarisé; cette disposition a été prévue pour éviter que l'aiguille des minutes ne puisse sauter à la fois plusieurs minutes, dans le cas d'une vibration éventuelle du mécanisme de l'horloge distributrice. L'installation comprend 24 horloges réceptrices; celles-ci peuvent être établies pour un diamètre de cadran de 50 à 80 centimètres.

Le croquis ci-dessous représente schématiquement la disposition d'une horloge réceptrice. Une ancre en fer *c*, mobile autour d'un arc de rotation *i* et polarisée par un

Digitized by Google

aimant permanent *g* est soumise à l'action d'un électro-aimant *f*, recevant toutes les minutes le courant inversé. ce qui imprime à l'ancre son mouvement pendulaire. A l'ancre *c* sont fixés les cliquets *s* et *e*, mobiles autour des axes *k* et *l*, et limités par deux butées réglables *h* et *j*. Lorsque l'ancre est attirée vers la gauche, le cliquet *s* pousse la roue *a*; lorsque l'ancre est attirée vers la droite, c'est le cliquet *e* qui entraîne la roue. Par suite du rapport des longueurs des bras de leviers des points *k* et *l* à




Horloge électrique.

la longueur de l'ancre, la mise en mouvement des aiguilles se fait sans à-coup; la puissance nécessaire pour actionner l'appareil est très faible.

L'installation est alimentée par deux batteries d'accumulateurs composées chacune de 7 éléments d'une capacité de 10 ampères-heure. Le tableau de charge comporte un commutateur qui laisse toujours une batterie en charge pendant que l'autre est en décharge. L'échange des batteries se fait tous les quinze jours.

Toutes les canalisations sont en câbles isolés au papier imprégné et au jute, sous plomb avec armature en fils de fer. J. R.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 1er juin 1908.*

**Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités.** — Note de M. Dumoulin. — La plupart des alternateurs à auto-excitation comportent un collecteur redresseur, relié aux électros inducteurs, qui transforme en courant sensiblement continu le courant alternatif reçu par les balais. Le courant inducteur de ces alternateurs et, par suite, leur force électromotrice dépendent de la valeur moyenne de la différence de potentiel aux balais, entre les limites déterminées par la commutation. Cette valeur moyenne varie naturellement avec la phase; il est facile de voir qu'un décalage de phase produit l'effet d'un décalage des balais et inversement.

Considérons un alternateur auto-excité, dont les balais auraient été décalés, dans le sens de la rotation, en avant de la position correspondant à la force électromotrice maxima. Couplons-le en parallèle avec un réseau et admettons qu'une impulsion perturbatrice quelconque vienne, à un moment donné, établir un certain régime oscillatoire.

Pendant le mouvement d'avance de l'alternateur, la différence de potentiel alternative aux balais, qui est liée à celle du réseau, présentera par rapport à la commutation un retard de phase croissant; ce retard de phase, agissant comme une diminution du décalage des balais en avant, fera augmenter la différence de potentiel redressée moyenne aux bornes des inducteurs.

Étant donnée la valeur élevée de la constante de temps de ceux-ci, la variation du courant inducteur se trouvera retardée, par rapport à la variation de cette différence de potentiel moyenne, d'environ un quart de période : cette période étant celle de l'oscillation. Le courant inducteur et la force électromotrice de l'alternateur prendront donc à ce moment des valeurs également croissantes, mais inférieures aux valeurs normales. Il en résultera une diminution du couple résistant et un accroissement de l'avance angulaire.

Dans l'autre sens de l'oscillation, le retard de la variation du courant inducteur aura comme conséquence, au contraire, une augmentation du couple résistant, ce qui tendra encore à amplifier l'écart angulaire.

L'amplitude des oscillations croîtra alors rapidement, et l'alternateur ne pourra pas fonctionner en parallèle.

Si nous supposons maintenant les balais décalés en arrière, un raisonnement analogue fait voir que cette condition sera particulièrement favorable à la marche en parallèle, puisqu'elle fera correspondre au mouvement d'avance une augmentation du couple résistant et au retard une diminution de ce couple.

On peut étudier l'influence du décalage des balais sur la marche en parallèle en partant de l'équation du mouvement de l'alternateur. On trouve que le mouvement oscillatoire est toujours un mouvement pendulaire amorti et que l'écart angulaire peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$\theta = e^{-\left(\frac{\rho - a}{2J}\right)t} \frac{\Omega}{m} \sin mt;$$

$\rho$ et J représente respectivement l'amortissement naturel de l'alternateur et le moment d'inertie de la partie tournante; $a$ est un facteur proportionnel au sinus de l'angle de décalage des balais; il est $> 0$ pour un décalage en avant et $< 0$ pour un décalage en arrière.

L'expression de $\theta$ montre que l'effet de décalage des balais est de modifier l'amortissement des oscillations; le décalage en arrière augmente l'amortissement et facilite ainsi la marche en parallèle.

Il est surtout intéressant de remarquer que l'énergie

Digitized by Google

correspondant à l'amortissement positif, dû au décalage des balais en arrière, est absorbée par le réseau; elle n'est pas tout entière dispersée inutilement comme celle que l'amortissement naturel transforme en chaleur.

Cette propriété remarquable des redresseurs de courant de permettre d'obtenir, *sans perte d'énergie*, un effet d'amortissement puissant et facilement règlable serait sans doute susceptible de recevoir certaines applications, dans quelques cas de résonnance bien caractérisée, ou pour compenser des irrégularités trop importante du couple moteur.

Nous avons eu l'occasion de vérifier, aux mines d'Anzin, toutes les conséquences de la théorie ci-dessus, sur deux alternateurs volants auto-excités, dont le couplage en parallèle offrit longtemps de grandes difficultés, jusqu'au moment où nous nous fûmes rendu compte de l'influence du décalage des balais.

**Sur deux régimes différents de l'arc au fer.** — Note de MM. H. Buisson et Ch. Fabry. — En étudiant les propriétés de l'arc entre tiges de fer lorsqu'on fait varier sa longueur et l'intensité du courant, nous avons découvert que deux régimes sont possibles, différant par l'aspect de l'arc et par ses conditions électriques.

Sous le régime qu'on obtient le plus facilement, l'arc a l'aspect suivant : sur la goutte de fer fondu qui termine chaque électrode se trouve un point brillant qui émet les raies d'étincelle (1). Deux flammes jaillissant de ces deux points vont à la rencontre l'une de l'autre et forment ainsi le corps gazeux de l'arc; la flamme négative, examinée visuellement, est la plus brillante. Ces flammes émettent les raies d'arc, à l'exclusion des raies d'étincelle. C'est dans le spectre de la flamme négative qu'on trouve de nombreuses raies renversées. Les raies des métaux qui existent en très petite quantité comme impuretés du fer se manifestent uniquement dans la flamme négative.

Ce régime est le seul stable lorsque le courant est intense. Partant de cet état, laissant fixes la longueur de l'arc et la force électromotrice de la source de courant, si l'on augmente la résistance du circuit, on peut passer brusquement à un autre régime : le point brillant de l'électrode positive et la flamme correspondante disparaissent, tandis que rien n'est changé au pôle négatif. Ce second régime n'est stable que pour de faibles intensités de courant; il est plus facile à obtenir quand la source a une grande force électromotrice (220 ou 440 v), en intercalant une grande résistance. Si l'on diminue alors la résistance du circuit, il arrive un moment où l'on repasse brusquement au premier régime. Le passage d'un régime à l'autre ne se fait pas pour une valeur de l'intensité parfaitement définie; il y a un intervalle où, pour une même intensité, on peut avoir l'un ou l'autre régime.

Ces deux régimes présentent également une différence très nette au point de vue électrique.

Lorsque, l'électrode positive étant en fer, l'autre électrode est faite d'une autre substance (cuivre ou charbon), on peut encore obtenir les deux régimes, l'un avec et l'autre sans la flamme positive. Lorsque la flamme positive existe, elle donne avec intensité le spectre d'arc de fer, et le point brillant qui lui sert de base donne les raies d'étincelle. Le spectre de fer disparaît presque complètement quand la flamme positive n'existe plus. Dans tous les cas, le spectre du métal qui forme l'électrode négative est très intense (1),

Nous n'avons pas réussi à obtenir le régime à une seule flamme lorsque l'électrode positive est d'un autre métal que le fer (cuivre, nickel).

Le fait qu'on peut obtenir un arc réduit à la partie négative montre bien le rôle prédominant que joue la cathode. Cela est d'accord avec la théorie électronique de l'arc, suivant laquelle il y a émission d'électrons négatifs par la cathode portée à haute température par le choc des ions positifs. Quant à l'anode, elle ne joue pas forcément un rôle actif dans le phénomène. Dans le cas où elle intervient (deux flammes), l'arc est plus conducteur et, pour une même intensité de courant, la différence de potentiel est plus faible. Une preuve du rôle nécessaire de la cathode est apportée par l'expérience suivante : on peut obtenir un arc entre une électrode solide (fer, cuivre, charbon) et la surface d'un électrolyte, mais seulement dans le cas où l'électrode solide est cathode.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 751.

---

*Séance du 9 juin 1908.*

**Sur le réglage des groupes électrogènes**, par M. J.-L. Routin. — Dans le cas le plus général où il s'agit de groupes électrogènes fournissant des courants alternatifs, le réglage doit porter à la fois sur la vitesse et sur la tension. On dispose à cet effet de deux moyens distincts : on peut agir sur l'excitation du générateur et sur l'admission du fluide moteur. On a été ainsi conduit à distinguer le réglage électrique du réglage mécanique.

Mais cette distinction paraît avoir été trop complète et il semble bien qu'on a fini par voir deux problèmes différents là où il n'y a, en réalité, que deux faces différentes d'un même problème ; on ne saurait en effet considérer la vitesse et la tension comme deux grandeurs indépendantes, et il est indispensable de prendre en considération leurs réactions mutuelles. Or cette question n'a jamais été envisagée. Il y avait donc là une première lacune à combler.

L'étude des conditions de stabilité de l'équilibre qui doit exister en régime permanent entre le couple moteur et le couple résistant nous a conduit à formuler un certain nombre de théorèmes, On demontre notamment que :

(1) On sait que l'arc entre charbons présente aussi deux régimes : l'arc silencieux ordinaire, pour des intensités modérées, et l'arc sifflant pour des intensités fortes. Le passage se fait pour des intensités beaucoup plus grandes que dans le cas du fer. On constate aussi une brusque diminution de la tension lorsqu'on passe du régime silencieux au régime sifflant.

Digitized by Google

si l'on suppose que la tension soit maintenue rigoureusement constante quelle que soit la vitesse, et si le groupe comprend une machine à pistons conduisant une dynamo à courant continu, il est théoriquement impossible, quelle que soit la nature de la charge, d'assurer le réglage stable de la vitesse.

L'équilibre en régime permanent redevient stable si le régulateur peut admettre une zone d'inaction.

L'étude du réglage mécanique exige l'établissement préalable de la formule qui représente le couple résistant : la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question ont supposé le couple résistant indépendant de la vitesse. Cette hypothèse n'est pas admissible dans le cas d'un groupe électrogène. Il est cependant facile d'établir une formule suffisamment approchée pour les besoins de la pratique industrielle. En introduisant cette formule dans l'équation qui permet de déterminer la loi qui régit les variations de la vitesse pendant la correction d'une perturbation, on met en évidence le rôle (négligé jusqu'à ce jour) de l'inertie propre des différents moteurs desservis par le réseau.

Dans toutes les applications du réglage indirect, l'organe chargé d'effectuer la correction a toujours été manœuvré avec une vitesse constante. Par contre, lorsque le réglage est effectué à la main, l'homme, régulateur intelligent, agit toujours avec une vitesse proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger. Il est possible de réaliser des régulateurs automatiques agissant à vitesse variable.

Deux cas particulièrement intéressants méritent de retenir l'attention : le premier suppose la vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart de vitesse et le second la suppose porportionnelle à l'accélération.

L'analyse permet d'établir les formules qui donnent l'écart maximum de vitesse et éventuellement le nombre d'oscillations, ainsi que la puissance que doit avoir le moteur auxiliaire. Ces formules peuvent être réduites à la considération des quatre grandeurs ou coefficients ci-après :

Variation de la charge ;

Valeur de la charge finale ;

Rapport de la puissance normale du groupe à son énergie cinétique :

Durée de la manœuvre.

L'*asservissement* du moteur auxiliaire permet, lorsqu'il est convenablement réalisé, de ramener l'étude du réglage indirect au cas de l'action directe. Nos formules indiquent la puissance qu'il convient de donner au moteur auxiliaire pour obtenir ce résultat.

Mais en pratique il est souvent difficile d'obtenir un asservissement parfait, et l'organe de réglage ne suit pas toujours instantanément et fidèlement tous les déplacements du régulateur ; le réglage s'opère alors suivant une loi complexe et le moyen le plus simple de suivre le phénomène consiste à employer l'ingénieuse représentation graphique due à M. Léauté.

Un régulateur asservi donne forcément une vitesse plus faible en charge qu'à vide. Pour ramener la vitesse à son taux normal, on emploie des compensateurs, qui sont en somme des correcteurs de l'action des régulateurs. La méthode graphique de M. Léauté se prête également bien à l'étude de la compensation. Elle peut enfin être généralisée et appliquée à l'étude du réglage de la tension à vitesse constante. Une remarque s'impose toutefois : on sait que la self-induction joue en général dans les phénomènes électriques un rôle comparable à celui de l'inertie en cinématique. Or l'inertie joue dans le réglage mécanique un rôle utile, car elle s'oppose aux variations brusques de la vitesse et donne au régulateur le temps d'agir, tandis que la self-induction joue toujours un rôle nuisible dans le réglage de la tension.

La compensation des régulateurs de tension peut s'obtenir avec la plus grande facilité en faisant réagir le courant principal sur le tensimètre : on fait ainsi du *compoundage électro-mécanique*.

Dans la plupart des centrales électriques, on a l'habitude de prévoir autant de régulateurs qu'il y a de groupes : on ne rencontre que très exceptionnellement le réglage central qui permet de commander, à l'aide d'un seul régulateur, l'ensemble des servo-moteurs de tous les groupes en service sur un même réseau. Cette solution est cependant plus rationnelle et plus économique ; elle permet en effet d'assurer une répartition uniforme de la charge.

Le développement des distributions électriques a posé le problème du réglage de plusieurs usines desservant un même réseau et distantes parfois de plusieurs centaines de kilomètres : le réglage central reste applicable dans ce cas, à condition d'employer un servo-moteur électrique : cet appareil présente en outre l'avantage de permettre la mise automatique en service ou hors service de chaque unité.

**Sur l'étincelle de self-induction.** — Note de M. André Léauté. (Voy. les *Comptes rendus.*)

*Séance du 15 juin 1908.*

**Dispositif pour l'étude de la sensibilité des détecteurs électrolytiques,** par M. Jégou. (Voy. les *Comptes rendus.*)

*Séance du 22 juin 1908.*

**Sur la nature des charges d'électricité positive et sur l'existence des électrons positifs,** par Jean Becquerel. (Voy. les *Comptes rendus.*)

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 1er juillet 1908.*

**Observations sur la communication de MM. Broca et Laporte.** — M. Devaux rappelle que, dans la dernière

Digitized by Google

séance, M. Lauriol s'est demandé si les arcs à courant alternatif sont plus dangereux pour l'œil que les mêmes foyers à courant continu. M. Devaux, ayant eu à étudier un problème analogue à propos des cinématographes, expose le résultat de ses observations.

On sait que dans les projections cinématographiques on cherche à supprimer le papillottement, qui est très désagréable pour l'œil; dans les premiers appareils, le faisceau lumineux est supprimé pendant 1/15 de seconde, temps employé pour le changement d'image. On conçoit facilement que si l'on peut diminuer la durée de cette suppression et l'amener à être inférieure à 1/10 de seconde, qui est la limite de durée nécessitée par l'impression sur la rétine, on améliorera considérablement le fonctionnement.

M. Devaux a pu, en effet, en augmentant la fréquence des occultations, améliorer considérablement les projections; à partir de la fréquence 30, l'œil n'est presque pas influencé, et à la fréquence 45, il ne perçoit plus rien.

Il en résulte qu'avec des arcs fonctionnant avec des fréquences supérieures à 45 périodes par seconde, l'œil ne sera pas plus fatigué qu'avec les mêmes arcs à courant continu.

**Théorie d'un régulateur à force d'inertie tangentielle.** — M. Busset-Schiller expose le principe, puis la théorie d'un régulateur applicable aux turbines à vapeur. Cet appareil très simple consiste en un volant fou sur l'arbre de la turbine; si l'on met cette dernière en mouvement, le volant se trouvera entraîné, car il existe une force de frottement, très faible il est vrai, mais suffisante pour le faire participer au mouvement de la machine. Lorsque la vitesse de l'arbre est constante, celle du volant l'est aussi; mais s'il survient des changements brusques d'allure, il y a glissement du volant sur l'arbre soit en avant, soit en arrière. On utilise ces décalages pour entraîner le régulateur à l'aide d'un doigt porté par le volant, se déplaçant dans une rainure hélicoïdale faite sur un manchon solidaire du régulateur.

M. Busset-Schiller établit ensuite par le calcul la théorie complète de ce régulateur.

**Localisation superficielle des courants et des flux variables,** par M. Boucherot. — M. Boucherot montre l'avantage qu'il y a à considérer les courants de Foucault qui prennent naissance dans une masse métallique sous l'action de courants alternatifs, comme passant dans une sorte de couche ou de pellicule située à la surface. On sait combien, dans ce cas, le calcul de l'effet Kelvin est compliqué; il se simplifie considérablement si l'on considère des conditions de très grandes dimensions. M. Boucherot a donné quelques chiffres obtenus à l'aide de calculs très simples et d'un emploi pratique montrant que la densité décroît beaucoup plus vite qu'on ne pourrait le croire à première vue à l'intérieur du conducteur. La méthode très élégante de M. Boucherot permettra de faire des calculs industriels sur l'effet Kelvin, ce qui était presque irréalisable jusqu'à présent. On pourra l'appliquer notamment aux rails de prise de courant, aux pièces tournantes des machines, comme l'a fait déjà M. Boucherot.

A. S.

---

# BIBLIOGRAPHIE

**L'accumulateur au plomb ordinaire et allotropique,** par M. Georges Rosset. — *Ch. Béranger*, éditeur. — 1 vol. 16 cm × 24 cm.

Comme le dit l'auteur dans son introduction, le but de cet ouvrage est une étude rationnelle de l'accumulateur au plomb, en écartant systématiquement la description de tel ou tel accumulateur, puisque tous les accumulateurs au plomb actuels, les seuls employés en pratique, ne diffèrent entre eux, au point de vue de la construction, que par des détails infimes et sont d'ailleurs suffisamment connus de tous les praticiens.

« L'objet de ce travail, dit l'auteur, qui examine le problème à un point de vue exclusivement général, est de chercher les meilleures proportions, l'harmonie, pourrait-on dire, des différents éléments dans la construction de l'accumulateur, pour obtenir le maximum de légèreté compatible avec les exigences d'une durée suffisante, et d'arriver dès lors, par une étude approfondie de la question, à une fabrication éminemment rationnelle de l'accumulateur. »

Une *deuxième partie* de l'ouvrage est consacrée aux *Espérances de progrès de l'accumulateur-traction*, tant au plomb ordinaire ou allotropique qu'au nickel.

Dans une *troisième partie*, l'auteur étudie les *Propriétés générales des alliages de plomb et d'antimoine pour grilles d'accumulateurs.*

Enfin, la *quatrième partie* est consacrée à des questions diverses connexes de l'industrie des accumulateurs électriques : soudure des plaques d'accumulateurs sur leurs barrettes de connexion; étude des séparateurs en bois; détermination rapide de la pureté commerciale du sel ammoniac pour piles; étude d'une pile constante dont le dépolarisant se régénère spontanément par réoxydation directe à l'air, et d'un élément-étalon pour laboratoires industriels, montés avec des vases poreux à membrane semi-perméable de ferro-cyanure de cuivre; détermination du poids d'accumulateurs à emporter dans une voiture ou un tramway électriques pour effectuer un parcours déterminé; enfin, l'étude rapide de quelques couples électriques pouvant intéresser l'électromobilisme.

Nous sommes persuadé que la lecture de cet ouvrage, qui étudie l'accumulateur sous un jour tout à fait nouveau, sera d'un réel intérêt et d'un grand profit pour toutes les personnes qui ont affaire aux accumulateurs, soit au point de vue de la construction, soit à celui de l'utilisation de ces appareils. Cet ouvrage restera en même temps précieux à consulter grâce à ses très nom-

Digitized by Google

breux tableaux numériques et courbes figuratives, qui présentent l'avantage technique particulièrement appréciable de la précision et de l'éloquence brutale des chiffres.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. p. E. s. e.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, 42, *boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

386 525. — **Clare.** — *Perfectionnements apportés aux piles secondaires ou accumulateurs* (24 janvier 1908).

386 645. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnements à la commande électrique par courant continu des laminoirs et appareils analogues* (29 janvier 1908).

386 397. — **Société dite : J. Stone and Company Limited.** — *Perfectionnements apportés aux appareils de commutation électriques applicables plus particulièrement aux voitures de chemins de fer et autres.*

386 412. — **Gautier et Ducretet.** — *Dispositif unipolaire de haute fréquence à grande intensité* (21 janvier 1908).

386 455. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Appareil régulateur pour circuits de courants électriques* (22 janvier 1908).

386 454. — **Stock.** — *Interrupteur électrique à haute tension actionné par un courant faible* (22 janvier 1908).

386 448. — **Dessauer.** — *Procédé et dispositif pour la pénétration homogène des rayons Roentgen à travers les corps* (22 janvier 1908).

8725/356 318. — **Société L. Gaumont et Cie.** — *Système de commande électrique des phonographes et cinématographes combinés.*

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### INFORMATIONS

**Société d'électricité de Paris.** — Siège social : Paris, 25, boulevard Malhesherbes.

Objet : Toutes opérations ou entreprises commerciales, financières, industrielles et immobilières, relatives à l'électricité, à l'air, à l'eau, à tous gaz ou gaz liquéfiés, ainsi qu'à tout agent généralement quelconque de production, de distribution, de transformation ou d'utilisation de l'énergie, sous toutes ses formes pour toutes espèces d'applications existantes ou à innover.

Durée : 99 ans à partir du 27 juin 1905.

Capital social : fixé à 25 millions de francs avec faculté d'augmentation ou de réduction, et divisé en 100 000 actions de 250 fr chacune.

Il a, en outre, été attribué aux souscripteurs du capital originaire 10 000 parts bénéficiaires sans indication de valeur nominale.

Aucun apport en nature n'a été fait.

Avantages particuliers. — Sur les bénéfices nets, déduction faite des prélèvements statutaires pour la constitution du fonds de réserve légale et pour le payement aux actions de capital d'un premier dividende à concurrence de 4 pour 100, il est attribué : 1° 1 pour 100 au président du conseil d'administration; 2° 0,50 fr pour 100 à chacun des autres membres du conseil d'administration; 3° 1 pour 100 au directeur.

Faculté de constituer sur le surplus des bénéfices tous fonds de réserve ou prévoyance pouvant, le cas échéant, servir au rachat des parts bénéficiaires.

Le reliquat des bénéfices appartient : 75 pour 100 aux actions et 25 pour 100 aux bénéficiaires.

Modalités de convocation aux assemblées générales et de leur lieu de réunion. — Les actionnaires se réunissent chaque année, avant le 31 décembre, en assemblée générale ordinaire, au siège social ou dans tout autre lieu à Paris, désigné par le conseil d'administration.

Ils se réunissent extraordinairement toutes les fois que le conseil en reconnaît l'utilité.

Les convocations aux assemblées générales ordinaires sont faites par un avis inséré, 20 jours au moins à l'avance, dans deux journaux d'annonces légales de Paris.

Le délai de convocation est abaissé à 5 jours pour les assemblées extraordinaires.

Les avis de convocation doivent indiquer l'objet de la réunion lorsqu'il s'agit d'assemblées susceptibles d'apporter des modifications aux statuts.

Au cas où l'assemblée ne peut délibérer par suite de l'insuffisance du nombre d'actions représentées, une nouvelle assemblée est convoquée par des avis publiés à un intervalle de 15 jours au moins et d'un mois au plus.

Émission d'obligations. — Le conseil d'administration est autorisé par les statuts à créer et à émettre des obligations jusqu'à concurrence de 25 millions de francs, dont il peut déterminer le taux d'intérêts, les délais d'amortissement et les conditions d'émission.

Dans sa réunion en date du 18 mars 1908, le conseil a décidé la création de 30 000 obligations de 500 fr chacune à intérêts de 4 pour 100 l'an, soit 20 fr par titre sous déduction de l'impôt, et remboursables au pair en 40 ans, à partir du 1er janvier 1909, conformément au tableau d'amortissement imprimé au verso des titres, avec faculté pour la Société de remboursement anticipé et d'amortissement par voie de rachat en Bourse.

Ces obligations auront pour garantie l'ensemble de l'actif de la Société.

BILAN AU 30 JUIN 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Caisses et banques | 5 894 396,07 fr. |
| Débiteurs et avances diverses | 771 254,54 |
| Approvisionnements | 235 378,05 |
| Portefeuille | 6 075 601,15 |
| Premier établissement | 21 078 502,77 |
| Total | 34 055 132,58 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital : | |
| 100 000 actions de 250 fr | 25 000 000,00 fr. |
| 10 000 parts bénéficiaires | pour mémoire |
| Créditeurs divers | 7 473 352,14 |
| Profits et pertes | 1 581 780,44 |
| Total | 34 055 132,58 fr. |

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

62 284. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 399. 10 Août 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

**RÉDACTION**

9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

**ABONNEMENTS**

PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

**ADMINISTRATION**

9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Congrès international des Applications de l'Électricité. — Conservatoire des Arts et Métiers. — Consommation de vapeur des turbines de divers systèmes. — Statistique des turbines à vapeur en Amérique. — Usine hydraulico-électrique de la vallée de l'Urft. — Consommation de charbon dans les grandes stations centrales. — Résistances en éléments à l'aluminium pour parafoudres. — Propriétés mécaniques des fils de bronze. — Tramway à courant alternatif. . . . . 337

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Bordeaux. Gannat. Le Refrain. . . . . 340

LES FREINS DE TRAMWAYS. **Henry**. . . . . 341

CHEMIN DE FER A COURANT ALTERNATIF SIMPLE A 15 000 VOLTS DE SEEBACH A WITTINGE. **F. L.** . . . . . 345

LES DANGERS DES CANALISATIONS ÉLECTRIQUES ET LES PRÉCAUTIONS A PRENDRE. **A. M.** . . . . . 347

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — Jules Richard à Paris. — Société française des câbles Berthoud-Borel . . . . . 351

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 29 juin* 1908. — Sur les oxydes magnétiques du chrôme par **Ivan Shukoff**. . . 356
*Séance du 6 juillet* 1908. — Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur des phénomènes thermo-électriques, par **M. Tissot**. — Influence de la température sur la force électromotrice des éléments au cadmium, par **R. Jouaust**. — Machines dynamo-électriques génératrices sans collecteur, par **C. Limb**. — Les phénomènes de Bose et les lois de l'électrisation de contact, par **Ed. Guillaume**. . . . . 356

BREVETS D'INVENTION. . . . . 359

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale* : Le Triphasé . . . . . 359

## INFORMATIONS

**Congrès international des applications de l'électricité.** — Le Congrès international des applications de l'électricité, qui doit se tenir à Marseille du 14 au 20 septembre, et dont nous avons publié le programme dans notre numéro du 25 juin dernier, a été placé sous le patronage de M. le Ministre des Travaux publics, Postes et Télégraphes; de M. le Ministre de l'Agriculture, et de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Le programme provisoire des réunions et des excursions a été arrêté comme suit :

DIMANCHE 13 SEPTEMBRE. — *Matin*. Départ de Marseille pour l'usine de la Brillanne-Villeneuve. — *Soir*. Visite de l'usine de la Brillanne-Villeneuve. Départ pour Marseille.

LUNDI 14 SEPTEMBRE. — *Matin*. Ouverture du Congrès sous la présidence de M. le Ministre des Travaux publics. Organisation des sections. Constitution des bureaux. — *Soir*. Visite de l'Exposition. Conférence. Réception.

MARDI 15 SEPTEMBRE. — *Matin*. Travaux de sections. — *Soir*. Visite du poste d'Allauch et de l'usine des Tramways. Conférence.

MERCREDI 16 SEPTEMBRE. — *Matin*. Travaux de sections. — *Soir*. Visite du port et de l'usine de la Compagnie d'Électricité. Conférence.

JEUDI 17 SEPTEMBRE. — *Matin*. Travaux de sections. — *Soir*. Conference. Banquet.

VENDREDI 18 SEPTEMBRE. — *Matin*. Travaux de sections. — *Soir*. Visite de l'usine électrique de la Compagnie du Gaz. Représentation théâtrale.

SAMEDI 19 SEPTEMBRE. — *Matin*. — Travaux de sections. — *Soir*. Séance de clôture.

DIMANCHE 20 SEPTEMBRE. — *Matin*. Départ pour Arles. — *Soir*. Excursion en Camargue. Dispersion.

Nous rappelons à nos lecteurs que tous les adhérents recevront gratuitement les volumes contenant les rapports présentés au Congrès avec le résumé des discussions et communications faites en séance. Ces volumes auront à eux seuls une valeur supérieure à la cotisation.

Plusieurs de ces rapports ont déjà été remis par leurs auteurs et présentent le plus grand intérêt pour les personnes, si nombreuses à l'heure actuelle, qui s'occupent des diverses questions se rattachant à l'électricité. Tous seront, du reste, imprimés avant le Congrès et distribués sur place, ou envoyés sur demande, aux personnes désirant prendre part aux discussions.

Les membres adhérents ont également le droit d'adresser des communications indépendantes des rapports.

Les grands chemins de fer français ont consenti une réduction de 50 pour 100 aux congressistes pour se rendre à Marseille et en revenir.



Digitized by Google

Les bons de réduction, valables du 25 août au 10 octobre, devront être demandés 20 jours au moins avant la date du départ, au Secrétariat général du Congrès, 63, boulevard Haussmann, à Paris.

**Conservatoire des Arts et Métiers.** — NOMINATION. — Tout récemment M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a procédé à l'installation de M. Cellerier, capitaine d'artillerie, ancien élève de l'École supérieure d'Électricité, à la direction du Laboratoire des essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. Ce poste était précédemment occupé par M. Pérot, appelé à d'autres fonctions.

**Consommation de vapeur des turbines de divers systèmes.** — L'*Electrical Review* publie l'intéressant tableau ci-dessous, communiqué par M. S. L. Pearce :

| SYSTÈME. | PUISSANCE EN KW. | VITESSE EN T : M. | PRESSION EN KG : CM². | VIDE EN MM DE MERCURE. | SURCHAUFFE EN DEGRÉS. | CONSOMMATION DE VAPEUR EN KG : KW-H. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| De Laval. . . . . | 200 | » | 11.6 | 699 | » | 10.40 |
| Rateau. . . . . | 1000 | 1500 | 12,0 | 655 | » | 10.00 |
| — . . . . . | 475 | 2500 | 15.5 | 668 | » | 9.00 |
| Zoelly . . . . . | 400 | 3200 | 11,6 | 676 | 67 | 8,50 |
| Curtis. . . . . | 500 | 1800 | 11,0 | 724 | 65 | 8,50 |
| — . . . . . | 1000 | 1500 | 11,0 | 719 | 78 | 7,70 |
| — . . . . . | 2000 | 750 | 11,6 | 751 | 155 | 6.00 |
| — . . . . . | 8000 | » | 15.4 | 749 | 78 | 5,60 |
| Curtis (A. E. G.). . | 1000 | 3000 | 13,1 | 724 | 121 | 7,50 |
| — . . . | 1000 | 3000 | 13,1 | 673 | 69 | 8,40 |
| Parsons . . . . . | 500 | » | » | 660 | 67 | 9,50 |
| — . . . . . | 1000 | » | » | 660 | 67 | 8,60 |
| — . . . . . | 3500 | » | 14,4 | 736 | 60 | 6,50 |
| Willians Parsons. . | 6000 | » | 13,9 | 686 | 55 | 7,20 |

Les machines Curtis (A.E.G.) sont des turbines du système Curtis, construites par la Société générale d'électricité allemande.

**Statistique des turbines à vapeur en Amérique.** — D'après l'*Engeenering News*, à la fin de 1907, les deux principaux constructeurs avaient fourni ou étaient en train de livrer en Amérique :

| SYSTÈME. | NOMBRE D'INSTALLATIONS. | PUISSANCE TOTALE EN KW. | NOMBRE DE TURBINES. | PUISSANCE MOYENNE PAR TURBINE. |
|---|---|---|---|---|
| Westinghouse-Parsons . . | 282 | 640 700 | 493 | 1122 |
| Curtis. . . . | 549 | 1 713 000 | 1096 | 980 |
| Totaux. . . | 851 | 2 353 700 | 1589 | » |

Les installations munies de turbines Westinghouse-Parsons se répartissent comme il suit : 73 centrales pour chemins de fer, 91 pour lumière, 81 industrielles; celles munies de turbines Curtis, 261 pour chemins de fer et lumière, 188 industrielles. F. L.

**Usine hydraulico-électrique de la vallée de l'Urft** (*Electr. Zeitschrift* des 19 et 26 mars, et 2 et 9 avril 1908). — La vallée de l'Urft, dans le district d'Aix-la-Chapelle, a été fermée par un barrage de 226 m de longueur et d'une hauteur maximum de 58 m, de manière à former un bassin de retenue de 2,16 km² d'une contenance de 45,5 millions de mètres cubes d'eau, avec une profondeur maximum de 53 m. Le bassin de réception a une surface de 375 km² et la pluie qui y tombe annuellement à un volume de 540 millions de m³.

L'eau est amenée au château d'eau par un canal de 2800 m de longueur, et 6,14 m² de section dont la pente est de 1 : 2750.

Les conduites forcées en tôle d'acier ont des diamètres intérieurs respectivement de 1,5 et 1,8 m. La hauteur de chûte varie de 110 à 70 m.

L'usine est située à proximité de la Ruhr; la salle des machines a 30 m sur 23, le tableau de distribution est derrière cette salle et on y accède par un double escalier. Au-dessous du tableau de distribution sont les bureaux et ateliers. Derrière eux se trouve la salle des transformateurs et au-dessus de celle-ci les installations de protection et les parafoudres. Les 6 turbines principales, du type Francis, construites par la maison Escher Wyss et Cie de Zurich, tournent à la vitesse angulaire de 500 t : m et pèsent chacune 15 tonnes avec leurs accessoires. Tant que la chute est supérieure à 85 m, elles ont une puissance de 1460 kw; pour des chutes inférieures la puissance diminue, elle est de 1140 kw pour la chute minimum de 70 m. En 1906 la hauteur de chute a varié entre 111 et 95 m.

Les conditions pour la fourniture de ces turbines étaient les suivantes : pour des variations brusques de puissance, 10, 25 et 30 pour 100, les variations de la vitesse angulaire ne devaient pas dépasser respectivement 2, 3 et 4 pour 100; le mécanisme de réglage devant fermer complètement en moins de 2 secondes. Ces conditions ont été remplies. Lors des essais la hauteur de chute était de 110 m et on a constaté à pleine charge des rendements de 81,7 à 86,3 pour 100; 77,2 pour 100 à trois quarts de charge, de 72 pour 100 à demi-charge.

Ces turbines commandent directement des alternateurs des ateliers Felten Guillaume et Lahmeyer, donnant une tension de 5000/5400 v, le volant inducteur de 1662 mm de diamètre extérieur comporte 12 pôles (la fréquence est de 50), le poids total d'un de ces alternateurs est de 33 tonnes).

La tension est réglée par à-coups de 50 v; le courant d'excitation à pleine charge, avec 1360 kw, 5400 v et un facteur de puissance de 0,85, est de 77 A. L'élévation de tension garantie lorsque la pleine charge cesse brusquement, l'excitation restant constante, est de 14 pour 100.

Les deux excitatrices de 135 kw, à 225-320 v, tournant à la vitesse angulaire de 900 t : m, sont actionnées par des turbines Francis. Six transformateurs à huile, refroidis par circulation d'eau, dont le rapport de transformation est de 5000 : 35 000 v, ayant chacun une puissance de 1600 kw, ont été fournis par les ateliers Siemens-Schuckert.

Le tableau de distribution, qui domine la salle des machines, a été installé par la Société Siemens-Schuckert; il comporte, 11 panneaux pour la basse tension, est muni des appareils de mesure et d'excitation, ainsi que des leviers de commande des interrupteurs à haute tension à huile actionnés par moteurs. Les appareils de protection pour les surtensions sont des bobines à réaction, des parafoudres à cornes et des jets d'eau.

La distribution se fait à 35 000 v, sa longueur est de 166 km; les isolateurs à triple cloche sont en deux parties et ont un diamètre de 210 mm et une hauteur de 220 mm. Ces isolateurs de couleur brune, fournis par la fabrique de porcelaine de Hermsdorf, ont été essayés à 100 000 v. Dans l'air sec une décharge entre le fil et la tige n'a lieu que pour 105 000 v, dans le cas de pluie la tension de décharge varie entre 61 000 et 78 000 v, suivant l'intensité de cette dernière.

Les lignes à basse tension ont un développement de 238 km; quelques-unes sont à 5000 v.

Le prix de revient de l'ensemble, lignes comprises, est d'environ 12,5 millions de francs; le bassin et la digue ont coûté 5 millions de francs, soit 0,11 fr par m³, ce qui est

Digitized by Google

très bon marché, la moyenne des installations hydrauliques en Allemagne revenant à 0,375 fr le m³.

Les divers centres de répartition paient le kw-h entre 4,75 et 5,125 c; ces centres qui ont établi à leur compte les diverses lignes de répartition, vendent le kw-h pour énergie motrice entre 7,5 et 30 c à la tension de 5000 v; dans le cas de basse tension, le prix du kw-h peut atteindre 44 c. F. L.

**Consommation de charbon dans les grandes stations centrales.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau* du 24 mai. — Les dépenses de combustibles atteignent, dans la plupart des centrales, un cinquième à un tiers des dépenses totales d'exploitation; par exemple, à Cologne, 25 pour 100; à Francfort, 32 pour 100; à Bruxelles, 18 pour 100; Manchester, 28 pour 100. La consommation de charbon dépend, en dehors du rendement des chaudières et machines, du facteur de charge de la centrale et du choix des unités. L'auteur recommande, dans les grandes centrales, l'emploi de turbines à vapeur; à demi-charge, leur consommation de vapeur par kw est, en moyenne, de 12 à 20 pour 100 seulement plus élevée qu'à pleine charge, et dans certains cas même de 3,5 pour 100 (pour les turbines Curtis de 9000 kw de Chicago). Le rendement des chaudières dépend beaucoup de la nature du combustible, de la conduite du feu. En employant le chauffage mécanique, le rendement d'une chaudière a passé de 65 à 76 pour 100, de sorte que la vaporisation par kg de charbon a passé de 8,6 à 9,7 kg. En moyenne, la consommation de vapeur des centrales modernes munies de turbines est de 6 à 8 kg par kw-h. La consommation de charbon serait de 0,9 kg par kw-h si la charge était constante; mais avec les conditions ordinaires de service, elle varie de 1,1 à 1,5 kg par kw-h à la centrale.

Le tableau suivant indique la consommation de charbon de quelques grandes centrales; en général, en Angleterre, vu le faible prix du charbon, on fait moins attention à la consommation que sur le continent.

La centrale de Vienne fournit 65 pour 100 aux chemins de fer; Krefeld, 58 pour 100. Les stations anglaises, à l'exception de Belfast, Liverpool et Manchester, fournissent uniquement de l'énergie pour l'éclairage.

| CENTRALE. | PUISSANCE TOTALE EN KW. | NOMBRE D'UNITÉS. | ÉNERGIE FOURNIE EN MILLIONS DE KW-H. | FACTEUR DE CHARGE DU RÉSEAU. | ENERGIE PRODUITE EN MILLIONS DE KW-H. | FACTEUR DE CHARGE DE LA CENTRALE. | CONSOMMATION DE CHARBON EN KG : KW-H. | PRIX DU CHARBON EN CENTIMES PAR KW-H. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ★Munich (04). | 10,880 | 29 | 15,0 | 0,108 | 15,4 | 0,203 | *e* 1,65 | » |
| Francfort (05). | 11,886 | 8 | 17,2 | 0,207 | 19,9 | 0,24 | *e* 1,40 | » |
| Vienne (05). | 20,000 | 6 | 40,2 | » | 55,2 | 0,40 | *e* 1,19 | » |
| ★Krefeld (05 06). | 2,000 | 4 | 2,78 | » | 3,57 | 0,21 | *e* 1,70 | » |
| ★Dusseldorf (06). | 6,000 | 8 | 7,7 | 0,184 | 9,44 | 0,225 | » | » |
| Strassbourg (06). | 10,700 | 8 | 9,38 | 0,125 | » | » | *a* 1,79 | » |
| ★Belfast (06). | 6,400 | 16 | 4,55 | 0,181 | » | » | *a* 2,9 | » |
| ★Dublin (06). | 4,500 | 5 | 2,84 | 0,09 | » | » | *a* 4,5 | » |
| ★Glascow (06). | 18,500 | 21 | 21,5 | 0,166 | » | » | *a* 2,8 | » |
| ★Hose. | 1,609 | 14 | 0,9 | 0,08 | » | » | *a* 6,0 | » |
| ★Liverpool (06). | 27,670 | 77 | 31,4 | 0,163 | » | » | *a* 2,8 | » |
| London city (05). | 24,000 | » | 20,9 | 0,125 | » | » | » | 3,33 |
| Charing cross. | 20,400 | 22 | 15,5 | 0,108 | » | » | » | 4,1 |
| London métropolit. | 18,900 | 15 | 14,1 | 0,107 | » | » | » | 5,3 |
| Manchester. | 32,800 | 24 | 40,6 | 0,177 | » | » | » | » |
| Newcastle. | 20,000 | » | 30,3 | 0,216 | » | » | » | 1,2 |
| Woking. | 1,175 | 5 | 0,49 | 0,059 | » | » | » | |

Les chiffres entre parenthèses indiquent l'année de l'exploitation, le signe ★ que la centrale est munie d'accumulateurs, les chiffres donnant le poids du charbon, précédés de la lettre *e*, se rapportent au kw-h produit; ceux précédés de la lettre *a*, au kw-h vendu.

**Résistances en éléments à l'aluminium pour parafoudres.** — *Electrical World*, 9 mai 1908. — Ces résistances ont été mises sur le marché par la General Electric C° et sont destinées aux lignes à courant alternatif. L'appareil est formé par une série de cônes renversés en aluminium placés les uns au-dessus des autres, à une distance de 1 ou 2 cm, et isolés entre eux. Dans l'intervalle, entre deux cônes, on met un électrolyte spécial. Chaque élément est donc constitué par deux cônes et l'électrolyte interposé.

Un nombre suffisant d'éléments placés en série au-dessus les uns des autres forme un appareil, et l'ensemble est immergé dans une boîte en fer contenant de l'huile, de sorte qu'il y a à la fois bon isolement et grande absorption de chaleur.

L'efficacité de ces cônes comme parafoudre est due à une mince pellicule recouvrant la surface de l'aluminium et obtenue lors de la fabrication. L'action de cette pellicule peut être comparée à celle de la soupape d'une chaudière. Chaque élément résiste normalement à 300 v. Si la tension dépasse cette valeur, mais est inférieure à 420 v, la décharge a lieu; mais, immédiatement, il se reforme une pellicule plus épaisse, et le courant est ramené à une faible valeur. Quand la tension de ligne redevient normale, la pellicule reprend graduellement son épaisseur normale.

A 420 v (c'est-à-dire 40 pour 100 de plus que la tension normale), la pellicule est complètement détruite et une décharge très faible peut se reproduire; cette tension est donc celle critique pour un élément. La surface des éléments est suffisante pour la production d'une décharge de plus de 1000 a à 600 v par élément, ce qui représente une puissance bien supérieure à celle induite ordinairement par un coup de foudre.

Ce parafoudre est utilisé avec une distance explosive ajustable munie de cornes; on peut, par exemple, l'ajuster pour que la décharge ait lieu quand la tension croît de 25 pour 100 au-dessus de sa valeur normale.

Tous les deux jours au moins, afin de bien entretenir la pellicule, on doit envoyer du courant à travers les éléments; pour cela, on met l'intervalle d'air en court-circuit.

Comme la quantité d'huile est suffisante, la décharge peut s'effectuer pendant une demi-heure sans danger, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas où une phase de la distribution est à la terre, car, la plupart du temps, le dérangement peut être réparé dans un temps plus court. F. L.

**Propriétés mécaniques des fils de bronze.** — *Elektrotechnische Zeitschrift* du 26 mars. — Cette communication, du

Digitized by Google

laboratoire d'essais de l'administration allemande des télégraphes, indique les moyens à employer pour empêcher qu'une ligne en fil de bronze nouvellement posée ne s'allonge, n'augmente de flèche et puisse ainsi donner lieu à des mélanges avec des lignes anciennes placées sur les mêmes poteaux.

Cet allongement est en partie dû à ce que le fil se redresse et partie à ce qu'il s'est produit des allongements permanents sous l'influence des efforts de traction. Pour éviter cela, il faut soumettre les fils à un effort de traction, avant la pose; il faut les étirer.

L'auteur donne des courbes et des tableaux d'essais, montrant que l'on peut obtenir, pour une certaine tension, une parfaite élasticité du fil (c'est-à-dire qu'il n'ait plus aucun allongement permanent).

Pour cela, deux méthodes peuvent être employées, soit en soumettant le fil à des charges répétées, inférieures à la tension pour laquelle on veut avoir une élasticité parfaite, soit en le soumettant à un effort de traction prolongé supérieur à cette tension. En pratique, la seconde méthode ne peut être appliquée, car les conditions sont telles que la tension, après la pose, peut atteindre les deux tiers de la limite d'élasticité, de sorte qu'en soumettant le fil à un effort supérieur à cette tension, on pourrait la dépasser; le fil n'aurait plus alors d'élasticité et se romprait immédiatement dès qu'il serait soumis à un effort un peu supérieur.

La pratique a montré qu'il suffit de soumettre le fil deux fois de suite à des efforts un peu inférieurs à la tension pour laquelle on veut obtenir l'élasticité, et cela chaque fois pendant deux ou trois minutes. Les essais ont montré, en effet, qu'avec des efforts répétés on a chaque fois un allongement permanent, mais que ce dernier va en diminuant et est absolument négligeable à partir de la répétition de l'effort.

Les modifications dans les qualités mécaniques et électriques d'un fil ayant subi un tel traitement sont insignifiantes. Le traitement doit être appliqué immédiatement avant la pose du fil, car, sans cela, le fil restant au repos, sans être soumis à des efforts, reprend peu à peu ses anciennes propriétés.

F. L.

**Tramway à courant alternatif.** — Ainsi que l'annonçait la *Houille blanche* du mois de mai, on va prochainement équiper une ligne de tramways dans l'Italie méridionale de Salernes à di Valle Pompéi. Cette ligne, avec voie de 1 m, d'une longueur d'environ 30 km, sera établie en partie sur des routes départementales. L'énergie sera fournie par une station étrangère sous forme de courant triphasé à haute tension et transformée dans une sous-station en courant alternatif simple à 6600 v, 25 périodes, fourni directement au fil de la ligne. L'exploitation sera assurée à la vitesse commerciale de 25 km-h par des voitures automotrices ayant chacune deux moteurs Westinghouse de 50 kw, 250 v. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Bordeaux.** — *Distribution d'énergie électrique.* — La ville de Bordeaux sera bientôt raccordée à une puissante station centrale hydraulico-électrique qui desservira, en outre, toute la région.

Cette usine de Tuilière est située sur la Dordogne, à 10 km environ de Bergerac, au débouché du canal latéral à la Dordogne qui va de Mauzac à Tuilière.

Un barrage qui ferme complètement la Dordogne a été établi. La puissance recueillie sera de 7500 poncelets environ.

A côté du barrage se trouve une usine auxiliaire mue par la vapeur, qui pourra fournir 9000 poncelets. Cette usine permettra soit d'augmenter la puissance disponible, soit de suppléer à un arrêt toujours possible de l'usine hydraulique.

La tension du courant alternatif triphasé sera de 30 000 v sur la ligne de transmission.

La Société, dans le but de pénétrer dans Bordeaux, a prévu l'installation de transformateurs au bas de la côte de Cenon. Le courant alternatif y sera transformé en courant continu d'une tension de 550 v pour les tramways et de 110 v pour l'éclairage.

Bordeaux n'est pas le seul objectif de la Société électrique du Sud-Ouest. Cette dernière se propose d'alimenter en électricité non seulement toutes les localités comprises entre Bergerac et Bordeaux, avec des ramifications des deux côtés de sa ligne principale tendue sur près de 3000 pylônes en fer, espacés de 50 à 60 m, mais aussi les villes situées en amont, Périgueux notamment, et même des chefs-lieux éloignés, tels que Limoges.

Comme on le voit, les projets de la Société constituent un ensemble considérable.

**Gannat (Allier).** — *Distribution d'énergie électrique.* — Tout dernièrement a eu lieu à la mairie de Gannat une réunion privée des personnes de la localité que l'éclairage et la création d'une distribution d'énergie électrique intéressaient.

M. Déat, ancien officier d'administration de marine, a exposé très succinctement les avantages qu'offrait cette entreprise menée par une Société locale. On prendrait l'énergie près de Genzat, au moulin Parot, propriété de M. le comte de Roquefeuille.

On a décidé de nommer une commission d'initiative composée de MM. Champagnat, ex-banquier; Dumousseau, ancien avoué; Tardy, directeur de la caisse d'épargne; Mizon fils, négociant; Vigier, directeur de la Société Générale; Simon et Pichon.

Cette commission va se mettre immédiatement à l'ouvrage, et on ne doute pas qu'elle mène à bien une entreprise si utile et appelée à rendre de grands services à la localité.

**Le Refrain (Doubs).** — *Station centrale.* — Nous apprenons que la Société des houillères de Ronchamp vient de décider l'installation d'un quatrième groupe turbo-alternateur dans la station centrale qu'elle a édifiée pour distribuer l'énergie électrique dans le territoire de Belfort et dans les départements du Doubs, de la Haute-Saône et des Vosges. Ce nouveau groupe d'une puissance de 3000 kw, l'appareillage correspondant, le transformateur à 30 000 v et les 10 chaudières ont été fournis par la Société alsacienne de constructions mécaniques.

La station centrale des houillères de Ronchamp, mise en service en automne 1907, contient jusqu'à présent 3 turbo-alternateurs de 1500 kw, des chaudières et 5 transformateurs de 1500 kw, matériel provenant des ateliers de Belfort.

On se souvient que le réseau à haute tension (30 000 v) de Ronchamp, doit se souder en plusieurs points avec celui de la Société du Refrain. Cette Société installe sur le Doubs, à une centaine de km de Ronchamp, une station hydro-électrique qui fournira du courant triphasé à la tension de 55 000 v. Les deux centrales se prêteront aide mutuellement, suivant le débit que fournit le Doubs à la chute du Refrain. La conduite forcée, les 3 alternateurs de 2000 kw du Refrain avec leurs transformateurs-élévateurs et l'appareillage correspondant sont actuellement en contruction dans les ateliers de la Société alsacienne, et la mise en marche de cette importante installation doit avoir lieu avant la fin de l'année.

Digitized by Google

# LES FREINS DE TRAMWAYS

L'adoption de vitesses de plus en plus grandes sur les lignes de tramways et le désir de pouvoir augmenter encore la rapidité de marche, ainsi que la nécessité fréquente d'adjoindre des remorques aux automotrices, ont amené les Compagnies de traction urbaine à rechercher des procédés de freinage plus efficaces et plus énergiques que celui du frein à main, dont avaient toujours pu se contenter les services de traction animale.

Quoiqu'elles se rapprochent de celles qui se présentent pour les chemins de fer, les conditions à remplir pour le freinage des tramways ne sont pas, d'un autre côté, absolument identiques à ces dernières.

L'une des plus importantes, tout au moins pour les grandes villes, à population dense, est que le frein soit à même d'immobiliser la voiture dans le délai le plus bref, *aussi bien aux faibles qu'aux grandes vitesses.*

Elle est difficile à satisfaire, et dans tous les types où l'on utilise la force vive de la voiture, pour produire le freinage, elle ne l'est que moyennant des artifices spéciaux.

Pour ce qui est du prix initial et du prix d'entretien, s'il y a lieu d'en tenir compte pour établir une comparaison entre deux freins qui permettent d'adopter les mêmes vitesses de régime, on ne doit pas trop s'y attacher quand il s'agit de mettre à l'épreuve un frein nouveau destiné à permettre un relèvement de la vitesse.

Dans ce cas, en effet, on réalise facilement, par l'amélioration du service et la diminution relative du matériel nécessaire, en voitures, dépôts, ateliers, etc., et par la restriction des frais d'exploitation dus au nombre moindre de voitures, de conducteurs, d'inspecteurs, de nettoyeurs, etc., une économie qui compense promptement le surcroît des frais d'équipement et d'entretien par voiture.

Entre des limites raisonnables, la consommation d'énergie électrique en kw-h, pour un parcours donné, n'est pas plus grande aux hautes vitesses qu'aux faibles. Le rendement des moteurs est meilleur, et, d'autre part, si les démarrages absorbent plus de travail, par contre, les parcours effectués sans courant, par la vitesse acquise, sont plus longs.

*Freins à main et freins mécaniques.* — Le frein à main est le plus ancien; il est bien connu de tout le monde; il n'y a rien de spécial à dire à son sujet. Il convient seulement de ne pas perdre de vue que c'est un frein à frottement et que, le coefficient de frottement étant proportionnel à la pression et en raison inverse de la vitesse, il est nécessaire, pour éviter que les roues glissent sur les rails, de réduire la pression à mesure que la vitesse décroît.

L'idéal serait d'obtenir une régulation automatique de cette pression; mais un tel réglage n'est pas possible dans les freins à main, dont le bon fonctionnement dépend donc entièrement de l'habileté de l'opérateur.

C'est une des raisons pour lesquelles — la principale est la fatigue qu'il occasionne au conducteur — ce genre de frein, d'ailleurs insuffisamment énergique, tend à disparaître comme frein de service sur les voitures électriques.

Une modification intéressante, cependant, est le frein Peacock, où une came excentrique, fixée à l'axe du frein porte la chaîne qui peut, de la sorte, être plus rapidement tendue que dans le type ordinaire; la came est d'ailleurs disposée de façon à ce que la chaîne ne puisse glisser et se tordre; elle s'use donc moins et est moins sujette à se briser.

A citer aussi le frein à sabot Pringle, où des sabots en forme de coin, placés à proximité des roues et du rail; s'introduisent automatiquement, quand on les lâche, sous les roues qu'ils tendent ainsi à soulever au-dessus des rails.

Le frein à sabot ou frein mécanique de rail est formé d'un certain nombre de blocs de bois disposés dans une monture grâce à laquelle on peut les abaisser contre les rails au moyen de vis ou de leviers (fig. 1).

Quoique moins bon, comme frein de service, que le

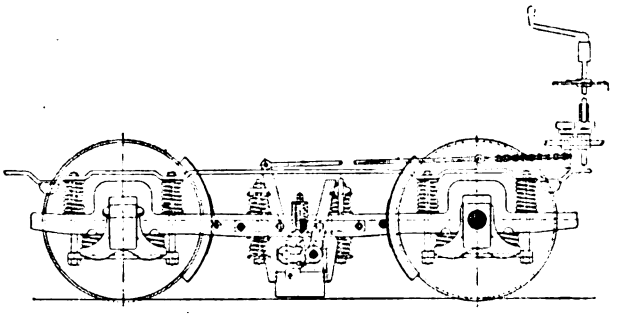


Fig. 1. — Frein mécanique de rail.

frein à main, le frein mécanique de rail présente, sous certains rapports, quelques avantages particuliers. Il permet tout d'abord, surtout sur rails sablés, d'obtenir un freinage très énergique sans crainte de patinage; de plus, les blocs nettoient les rails.

Mais, d'un autre côté, le réglage de la pression demande également l'attention constante du mécanicien. Il est d'ailleurs moins rapide et moins délicat que le frein à main ordinaire.

Son usage ne saurait être réellement recommandé qu'en combinaison avec le frein à main, et pour des réseaux où les accidents de terrain sont fréquents et où, la population étant peu dense, on peut marcher habituellement à une vitesse assez grande.

A l'origine, les frais d'entretien avaient été signalés comme étant élevés; mais l'usure exagérée constatée provenait d'une construction défectueuse à laquelle il a été remédié.

Une forme nouvelle, très intéressante, de frein mécanique, est celle adoptée dans une mesure relativement



Digitized by Google

large déjà en Amérique, sous le nom de « Momentum brake » ou frein à force vive ou énergie cinétique (fig. 2).

Ainsi que l'indique son nom, ce frein est basé sur l'utilisation de l'énergie cinétique de la voiture pour produire le freinage.

L'appareil se compose d'un disque de frottement fixé sur un manchon claveté sur l'essieu et tournant donc

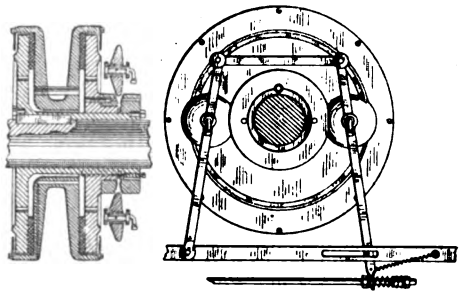


Fig. 2. — Frein à énergie cinétique.

avec celui-ci, et d'un second disque monté fou, sur l'axe. Sur celui-ci est encore enfilé un tambour qui porte la chaîne actionnant les leviers du frein et dont les joues sont garnies de bourrelets de fibre de bois comprimée.

Ces joues sont plus grandes que les disques et sont munies d'un rebord sur lequel on fixe des couvercles enfermant le tout et formant, en même temps qu'une protection contre la poussière, une boîte à graisse pour les surfaces.

Le manchon du disque tournant porte un collier taillé en biais, et le moyeu du disque fou, qui est à proximité de ce collier, est taillé de la même façon dans la direction opposée, de manière qu'entre les deux pièces il y ait une rainure de section en V.

Deux disques placés de part et d'autre de l'axe, et taillés en double biseau, sont montés sur des leviers au moyen desquels on peut les introduire dans la rainure en question.

Dès ce moment le disque fou et le disque rotatif sont rendus solidaires et serrent entre eux le tambour. Comme celui-ci porte la chaîne des freins, ces derniers se trouvent appliqués.

Ce système est très énergique; il permet un freinage extrêmement rapide sans nécessiter de grands efforts de la part du conducteur.

De plus, il soustrait l'équipement électrique aux à-coups qui peuvent lui être occasionnés avec d'autres systèmes.

Malheureusement, comme il dépend du poids de la voiture et de la vitesse acquise, son efficacité est moindre aux grandes vitesses qu'aux petites et il est un peu trop faible comme frein de service.

*Freins pneumatiques.* — Un inconvénient commun du frein à main et du frein mécanique de rail est l'effort qu'il exige de la part du conducteur.

On peut estimer à 30-40 pour 100 au moins du poids de la voiture la pression à obtenir aux blocs.

Avec une voiture de 12 000 à 15 000 kg. le rapport de la transmission du bras du conducteur au frein doit donc être de 1 : 70 approximativement.

Cette réduction est difficile à obtenir par vis ou dispositif analogue.

Le mieux est d'avoir un levier à main se déplaçant sur un cadran à crans, où l'opérateur pousse la manette jusqu'à ce que l'effet voulu soit obtenu, reculant d'un cran ou deux quand les pièces sont usées.

Mais quel que soit le mode d'actionnement employé, la manœuvre reste pénible.

Pour remédier à cette défectuosité et pour obtenir un effet plus énergique, on a combiné le frein mécanique de rail avec un système de commande pneumatique.

L'instrument ainsi modifié a été mis à l'essai par plusieurs Compagnies; la figure 3 en montre la construction.

Le frein proprement dit est formé d'un cylindre A monté sur la console D, qui est attachée au truck. Le

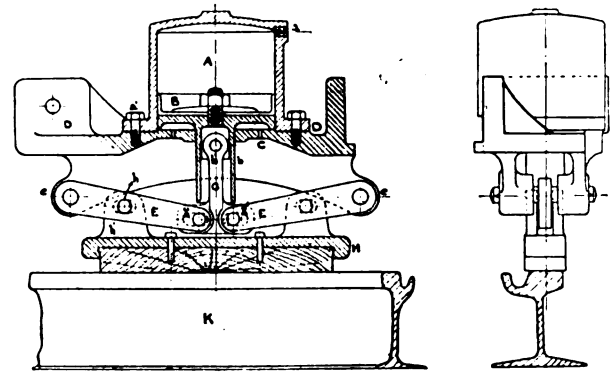


Fig. 3. — Frein pneumatique de rail.

piston B du cylindre est relié par une bielle D aux leviers EE, dont le point d'appui est sur la console, en *e* et *e*; ces leviers portent le sabot H, qui est garni d'un bloc de chêne, de hêtre ou d'une autre essence dure.

L'air comprimé est fourni par un compresseur d'essieu ou par un compresseur à moteur.

On commande le frein au moyen d'un robinet placé dans la position la mieux appropriée; il y a un robinet sur chaque plateforme; de plus, sur chaque plateforme aussi, il y a un manomètre qui permet au conducteur de se rendre compte de la pression dont il dispose et de surveiller le fonctionnement du compresseur.

Les freins sont en tous cas disposés de façon à ce que la pression qu'ils peuvent donner soit inférieure au poids de la voiture, afin d'éviter le danger de déraillement.

Il y en a deux par voiture pour les voitures à un seul truck, et quatre pour celles à boggie.

Le mode d'actionnement pneumatique employé avec les freins de rails ne diffère pas, au surplus, de celui en usage pour les freins de roues à air.

Pour ceux-ci également, l'air comprimé est fourni soit par un compresseur entraîné par l'un des essieux, par excentrique ou par chaîne, soit par un électro-compresseur (les compresseurs d'essieu sont généralement considérés comme plus onéreux sous le rapport des

Digitized by Google

dépenses d'entretien; c'est particulièrement l'embrayage qui souffre dans ces appareils).

Il est emmagasiné dans un réservoir de capacité suffisante pour servir à plusieurs arrêts; quand la commande des organes électriques est faite pneumatiquement, le même compresseur sert pour cet usage et pour le freinage. Dans certains pays, toutefois (c'est le cas en Italie), on impose un réservoir auxiliaire spécial pour les freins, indépendant du réservoir principal, même quand celui-ci est pourvu d'un régulateur provoquant automatiquement la mise en marche du compresseur.

Parfois il n'y a pas de compresseur sur les voitures, et l'air comprimé est fourni par une station centrale où l'on charge les réservoirs.

Les freins à air sont d'un emploi très répandu déjà dans la plupart des villes où l'on peut marcher à des vitesses quelque peu élevées.

Le mode de freinage pneumatique est surtout intéressant pour le cas où le service comporte l'organisation de convois à plusieurs voitures et où l'on emploie en même temps des vitesses élevées, sur des réseaux fortement accidentés.

Généralement, dans cette circonstance, ce n'est pas d'ailleurs pour le freinage seul que l'air comprimé est utile; il peut encore servir à l'actionnement des sabliers, pour le sifflet de signal, etc.

Enfin, il est très bon au point de vue de la sécurité, parce qu'on le combine aisément, de manière qu'en cas de rupture d'attelage, les deux parties du convoi tronquées soient freinées automatiquement, et, d'une façon générale, à ce que toute fuite d'air détermine l'arrêt du train.

Nous pouvons prendre, à titre d'exemple, parmi beaucoup d'autres, la description du frein pneumatique automatique Siemens-Schuckert.

Le compresseur aspire l'air par un tuyau garni d'une fine toile métallique destinée à arrêter les poussières, et le refoule par une conduite de refoulement et par l'intermédiaire d'une soupape dans un réservoir où la pression est maintenue, à l'aide d'un régulateur, à 2-5 atmosphères.

Du réservoir l'air arrive par la conduite de distribution aux robinets de manœuvre et, de là, par la conduite du frein, au cylindre, où, passant entre le bourrage et les parois, il vient remplir les deux compartiments, de part et d'autre du piston.

Un tuyau souple sert à relier éventuellement l'automotrice à la remorque, qui n'a pas de compresseur. Des robinets permettent d'isoler les tuyauteries à chaque extrémité.

Du moment que la pression voulue existe dans le réservoir principal, les freins sont ouverts.

Pour les fermer, il suffit de couper la liaison du réservoir avec la tuyauterie et de mettre celle-ci en communication avec l'extérieur.

Pour cela, l'opérateur manœuvre l'un des robinets de commande; l'air s'échappe (l'échappement a lieu par un amortisseur) et le frein fonctionne, la pression tombant de l'un des côtés du piston.

La rapidité avec laquelle se fait le freinage dépend de la quantité d'air échappée.

Dans le freinage de sûreté, le sablier est actionné automatiquement en même temps que les freins sont appliqués.

Le compresseur est une pompe à piston, à simple effet, entraînée par un excentrique et placée, selon le cas, sur un axe, moteur ou non, entre le moteur et le moyeu, ou entre le moyeu et la boîte, ou devant la boîte de l'essieu même. Il est contenu, avec son mécanisme, dans un carter à huile.

Au-dessous de la soupape d'aspiration se trouve une tige qui, dès que la pression atteint une certaine valeur, est soulevée par une membrane et empêche la fermeture de la soupape en question. La pompe marche alors à vide.

Quand la pression redescend, la soupape peut se refermer, et la pompe est remise en jeu.

La membrane de réglage elle-même est contrôlée pneumatiquement par le régulateur de pression, formé très simplement d'une soupape qui relie avec l'extérieur ou avec le réservoir, selon la pression, la chambre qui ferme la membrane.

On ne peut faire agir le régulateur directement sur la soupape d'admission, parce qu'avec un tel mode de réglage, les limites de pression seraient trop rapprochées.

Le robinet de commande peut prendre cinq positions correspondant respectivement, au repos, à la marche, à la fermeture, au freinage de service ou modéré, au freinage d'accident ou rapide.

Dans la première, le cylindre de frein est relié au réservoir; dans la seconde, la liaison est restreinte, juste assez pour laisser passer l'air nécessaire au maintien de la pression; dans la troisième, les conduites de frein sont isolées tant de l'extérieur que du réservoir; dans la quatrième, l'air s'échappe, mais lentement; dans la cinquième, l'ouverture d'échappement est large ouverte, en même temps le sablier est actionné.

Si l'on abandonne la manette dans cette dernière position, elle revient d'elle-même dans la quatrième position.

Le sablier pneumatique est formé d'une tuyère dont le jet est dirigé contre un cône répartiteur qui le partage en deux courants, l'un passant dans le sablier, l'autre chassant le sable sous les roues.

Pour le reste, l'équipement ne présente pas de particularité.

Il est d'ailleurs réalisé de la même façon ou du moins sur des principes identiques, sauf les points de détail, par les divers constructeurs.

Disons seulement que diverses méthodes peuvent être utilisées pour la mise en action des cylindres de frein, suivant que l'on a recours au freinage direct, surtout applicable aux automotrices circulant isolément, au freinage automatique — celui que nous venons de voir — employé généralement pour les trains formés de plusieurs voitures, ou à un système mixte; ce dernier est souvent

Digitized by Google

avantageux lorsque les remorques ne sont pas mises en service d'une façon permanente.

Le freinage direct est obtenu par l'admission de l'air comprimé dans le cylindre du frein, sur l'une des faces du piston seulement, l'autre restant soumise à la pression atmosphérique. L'inconvénient de ce système est que son fonctionnement n'est plus possible dès que la conduite d'air comprimé est rompue, ou bien dès qu'elle présente des fuites trop importantes pour que la pression puisse y être maintenue. C'est ce qui se produit dans le cas où l'attelage d'une voiture de remorque vient à se briser, et la situation du train peut alors devenir dangereuse s'il se trouve sur une forte déclivité.

Dans le système automatique, les deux faces du piston sont soumises, ainsi qu'il a été dit, à la pression de l'air comprimé admis dans le cylindre pendant la marche du train, le freinage étant alors obtenu en produisant l'échappement à l'une des extrémités du cylindre. Si l'un des attelages des voitures vient à se briser, cet échappement se produit automatiquement par suite de la rupture des accouplements de la tuyauterie. Ce système est donc beaucoup plus sûr; il a malheureusement l'inconvénient d'exiger des cylindres de frein plus compliqués et d'un entretien plus difficile, parce que les deux faces du piston doivent être soumises à l'action de l'air comprimé et qu'il devient conséquemment nécessaire de faire passer la tige à travers un presse-étoupe, alors que dans le frein direct le côté du piston où doit passer la tige reste ouvert à l'air libre.

Le système mixte utilise les cylindres du frein direct, mais grâce à l'adjonction d'une triple valve, il peut aussi fonctionner automatiquement. La triple valve est une sorte de robinet à trois voies qui met, en service courant, la conduite générale en communication avec le cylindre du frein, de façon à permettre dans ce dernier l'arrivée de l'air comprimé nécessaire pour les freinages modérés. En outre, la triple valve est reliée à une seconde conduite régnant sur toute la longueur du train; mais cette conduite est normalement sous pression. Elle est mise en communication avec l'atmosphère lorsque le robinet du mécanicien est amené à la position de serrage à fond d'urgence, et la dépression produite a pour effet d'actionner la triple valve de façon à assurer une communication directe entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein, produisant ainsi un arrêt rapide. Le même résultat est obtenu automatiquement lorsque cette seconde conduite générale subit une avarie occasionnant des fuites importantes, telle qu'une rupture d'attelage.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des méthodes de freinage par l'air comprimé, que nous venons de décrire sommairement, ces méthodes générales se prêtant d'ailleurs à des combinaisons appropriées aux cas très variés qui peuvent se présenter.

Quel que soit le système adopté, les organes prédominants sont le compresseur d'air et le régulateur de pression.

Il va de soi que rien n'est modifié au système de freinage lui-même si l'on remplace le compresseur d'essieu, assez souvent délicat, par un compresseur à entraînement électrique.

Certains constructeurs n'emploient que ce dernier mode de montage. C'est le cas, en particulier, pour la maison Thomson-Houston, qui considère le système comme étant d'une exploitation plus facile et plus économique. Il est à noter que, dans cette disposition, le régulateur n'agit pas sur le compresseur, mais directement sur le moteur du compresseur.

Dans les équipements Thomson-Houston, la différence entre les pressions limites est seulement de sept dixièmes d'atmosphère.

Le régulateur est également à membrane; cette disposition est adoptée parce qu'elle supprime les pertes et les frottements inhérents à l'emploi d'un piston à garniture, ainsi que les inconvénients dus à l'humidité de l'air, circulant autrement dans le régulateur.

D'autre part, l'absence de valves contribue à rendre absolument certain le fonctionnement de l'appareil. Tous les organes essentiels sont recouverts par un capot de protection à charnière, qui est maintenu fermé à l'aide d'un cliquet à ressort.

La figure 4 représente une coupe du régulateur type MC de la maison Thomson-Houston. La tête du cylindre

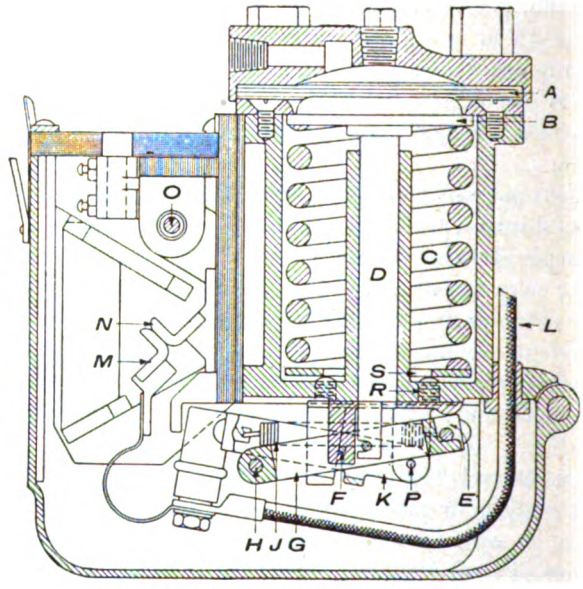



Fig. 4. — Régulateur automatique Thomson-Houston.

est reliée au réservoir par un conduit qui, à volonté peut aboutir à l'arrière ou sur l'un des côtés du régulateur. Elle est boulonnée à la carcasse et applique le diaphragme contre la rondelle d'appui servant en même temps de butée au plateau B. Celui-ci est maintenu par le ressort C, qu'on peut régler au moyen de la vis de pression R.

La tige D, fixée solidement au plateau B, commande, par son extrémité inférieure, l'un des leviers de manœuvre. Sur le plus grand de ceux-ci sont fixés l'attache de con-

Digitized by Google

nexion et le ressort du contact, dont l'extrémité est rapportée en vue d'un remplacement facile en cas d'usure. Tous ces organes de contact sont entourés par des plaques en isolant moulé réfractaire garnissant les parois de la boîte. L'étincelle de rupture est soufflée par une bobine O intercalée dans le circuit, et le couvercle lui-même est revêtu d'une plaque isolante dans la partie menacée par cette étineelle.

Lorsque la pression d'air au réservoir devient trop forte, le diaphragme A se soulève et force la tige D à manœuvrer le levier E autour de son axe F. Le pivot H est ainsi porté au-dessus de la ligne de tension des ressorts J reliant le levier intermédiaire Cz avec le levier R. A partir de cet instant, l'action propre de ces ressorts tend à porter leur ligne d'axe de l'autre côté du pivot P, et la rupture brusque du contact se produit au moment précis où ce pivot est dépassé.

Si la pression au réservoir vient à diminuer outre mesure, la tige D soulève l'extrémité relevée du levier E par un talon que porte le levier Cz. Ce mouvement porte la ligne de tension des ressorts au-dessus du pivot P et ramène le doigt de contact vers le haut, fermant brusquement le circuit.

L'avantage de ce double système de leviers est d'éviter la combustion des contacts en maintenant entre eux une pression constante jusqu'à ce que la rupture se produise.

Le freinage pneumatique convient particulièrement pour les voitures lourdes et pour les trains composés de plus de deux voitures, parce qu'il est alors désirable d'adopter un mode de freinage tout à fait indépendant de l'équipement moteur.

On peut en dire autant des freins à vide, dont le fonctionnement, au point de vue mécanique, du moins, ne présente pas de particularité à mentionner ici.

(*A suivre,*) HENRY.

## CHEMIN DE FER A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

### A 15000 VOLTS

### DE SEEBACH A WITTINGEN

M. S. Herzog donne, dans la *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, une description détaillée des installations de cette ligne de 30 km environ, reliant Seebach, près de Zurich, à Wettingen, près de Baden (Argovie); la traction électrique y a été inaugurée le 2 juin 1906 et depuis quatre mois elle assure normalement le service.

Au commencement la ligne était desservie par du courant alternatif simple à 50 périodes, fourni par l'usine hydraulico-électrique de Hochfelden, qui dessert les ateliers d'Oerlikon, ainsi que par la réserve installée dans les ateliers de cette Société. La locomotive était munie de moteurs à courant continu, et le courant alternatif, transformé en courant continu. Depuis on a construit une usine spéciale fournissant du courant alternatif simple à 15 périodes par seconde, et les nouvelles locomotives sont munies de moteurs à courant alternatif simple.

On a pu, sur cette ligne, étudier les installations fixes, notamment les modes de suspension du fil de ligne ainsi que le matériel roulant. Comme une ligne téléphonique interurbaine est située à proximité de la voie, on a pu étudier la question importante de son influence sur les téléphones.

Aujourd'hui les deux usines qui desservaient la ligne, peuvent servir de réserve dans le cas d'accident à la station génératrice.

Cette station est située à proximité de la station transformatrice et y est reliée par une ligne aérienne; elle contient un turbogénérateur à condensation.

La turbine à vapeur d'Oerlikon est à triple expansion, sa vitesse angulaire est de 3000 t:m; elle actionne directement, par l'intermédiaire d'un manchon d'accouplement du système Oerlikon, une génératrice triphasée bipolaire de 700 kw, sur l'arbre de laquelle est montée l'excitatrice qui donne du courant à 80 v.

La génératrice fournit, comme l'usine de Hochfelden et la machine de réserve des ateliers, du courant triphasé à 250 volts 50 périodes.

La station transformatrice alimentée, soit par l'usine génératrice, soit en cas d'arrêt de celle-ci par l'usine de Hochfelden ou la machine installée aux ateliers d'Oerlikon, contient deux groupes transformateurs de 700 et respectivement 500 kilovolt-ampères, constitués comme il suit :

Un moteur synchrone triphasé à 14 pôles, tournant à la vitesse de 450 t:m, entraîne d'un côté un alternateur à courant alternatif simple à 4 pôles, à la tension de 700 volts, à la fréquence de 14 à 15 périodes par seconde, et de l'autre côté une génératrice à courant continu, à 750-850 v, 350 A, servant de machine-tampon.

Un régulateur système Thury maintient la tension de ou des alternateurs constante. La dynamo à courant continu, mise en parallèle avec une batterie tampon, peut fonctionner par moments comme moteur et sert de secours.

L'excitation des alternateurs est assurée au moyen d'une commutatrice spéciale de 36 kw, fournissant du courant continu à 100 v.

La batterie tampon comporte 375 éléments de 592 A-h de capacité au régime moyen; l'intensité du courant de charge normal est de 280 A; elle peut débiter un courant de 1200 A pendant cinq minutes.

Le survolteur-dévolteur de cette batterie est actionné par un moteur triphasé de 100 kw, à la vitesse angulaire de 250 t:m.

Dans le circuit d'excitation de ce survolteur est intercalé un régulateur Thury, qui en fait dépendre l'intensité et par conséquent la tension aux bornes de la puissance dépensée en ligne. Une commutatrice Siemens-Schuckert

Digitized by Google

à excitation différentielle (38 v, 50 A à la vitesse angulaire de 830 t : m) peut remplir le même rôle.

Dans une salle sont installés 4 transformateurs ayant, sans refroidissement spécial une puissance de 200 kw chacun et un rapport de transformation de 700 à 15 000 v, de manière à desservir directement le fil de ligne.

Quand ces transformateurs sont refroidis artificiellement, deux d'entre eux suffisent pour desservir la ligne.

La prise de courant sur la ligne a lieu au moyen de perches et au moyen d'archets. Le fil de ligne a un diamètre de 8 mm.

Dans la traversée des gares et aux croisements des routes, le fil de ligne n'est mis en relation avec la haute tension que pendant la durée des passages des trains. La mise en circuit est assurée par le garde-barrière au moyen d'un commutateur spécial, qui est enclenché mécaniquement avec la barrière, de sorte que le fil n'est en relation avec la haute tension que quand celle-ci est fermée.

Aux passages moins importants, un filet est adapté sous le fil.

En quelques points, on a des portées du fil de 100 m, et l'une d'elles est en même temps installée dans une courbe de 600 m de rayon.

Le retour du courant a lieu par le rail; l'éclissement électrique a lieu au moyen de câbles en cuivre de 50 mm² de section ou de bandes de cuivre de $20 \times 1{,}25$ mm. Environ tous les kilomètres le rail est mis à la terre, au moyen d'une plaque de zinc.

On a soigneusement étudié l'influence sur les installations voisines à faible courant. Toutes les canalisations des signaux de la ligne sont à fil de retour; la ligne télégraphique Zurich-Seebach-Wellingen a été également munie d'une canalisation de retour, les deux fils sont croisés à chaque station, et les appareils télégraphiques de chacune des stations sont alternativement branchés sur l'un ou l'autre fil; en outre sept bobines de décharge sont installées sur la ligne.

La communication téléphonique interurbaine partant de Zurich donna beaucoup plus de difficultés; cette installation comporte 28 lignes et longe la voie sur une longueur de 17,75 km, en partie à gauche, en partie à droite, à une distance de 3 à 4,5 m de l'axe.

Lorsque l'on procéda aux premiers essais avec du courant à 15 000 volts, 50 périodes à la seconde (avec locomotive transformatrice du courant), il y eut des perturbations dans les lignes téléphoniques, mais celles-ci devinrent négligeables dès que l'on eut amené la tension à être sinusoïdale; ces perturbations dues à la ligne disparurent à peu près complètement avec du courant à la fréquence 15 ou 50; la locomotive avec transformation de courant elle-même ne donna lieu à aucune perturbation.

Lorsqu'une locomotive munie de moteurs à courant alternatif simple fut mise en service, elle donna lieu à des perturbations importantes dans le réseau téléphonique. Les moteurs de cette locomotive donnaient lieu à des harmoniques supérieures de la tension, de fréquence proportionnelle à la vitesse de la locomotive et d'une amplitude à peu près constante (atteignant 20 pour 100 de l'amplitude de l'onde principale pour une vitesse supérieure à 20 km : h). L'amplitude des dents de ces harmoniques ne variait presque pas, que la locomotive marche à vide ou en charge, soit 150 tonnes.

Ainsi que le montre la figure 1, l'amplitude des dents de la courbe du courant (I) croît et décroît à peu près

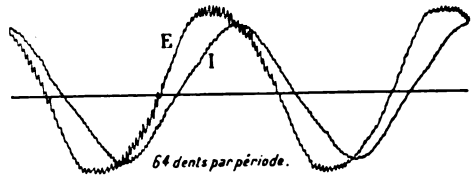



Fig. 1.

comme celle de la courbe principale, et celle des dents de la tension (courbe E) a son maximum en même temps que la courbe de tension, c'est-à-dire que les amplitudes maxima sont diphasées comme les courbes principales.

Quand un seul des moteurs de la locomotive fonctionnait, les oscillations étaient plus symétriques; quand les deux moteurs travaillaient normalement en série, les dents des courbes étaient plus irrégulières et prenaient le caractère de phénomènes d'interférence.

Ces oscillations à haute fréquence, entraînant des perturbations dans les lignes téléphoniques, ne sont pas dues à la commutation, car elles persistent quand les induits ne sont parcourus par aucun courant et sont entraînés mécaniquement pendant que les inducteurs sont excités par le courant de ligne. Ce ne sont pas non plus les variations de l'intensité du courant qui les provoquent, mais bien la variation de la force électromotrice du moteur, variation due aux dents.

Des essais avec des moteurs à rainures fermées et avec bobines d'excitation et bobines de pôles de commutation divisées, eurent un bon résultat; l'amplitude des oscillations de grande fréquence n'était plus que 2 pour 100 de celle de l'onde principale.

On construisit ensuite de nouveaux moteurs avec rainures fermées et disposées en biais, avec les mêmes col-

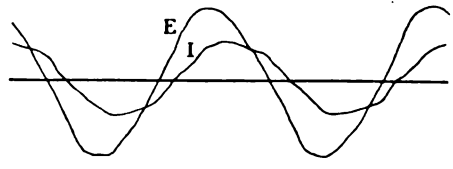



Fig. 2.

lecteurs que les premiers. Avec ces moteurs on évita complètement les oscillations à haute fréquence et les sons stridents qu'elles provoquaient dans les téléphones (fig. 2).

La première locomotive comportait une commutatrice et des moteurs à courant continu réglés d'après le système Léonard, avec siège du mécanicien au milieu.

La deuxième locomotive a deux sièges de mécanicien,

Digitized by Google

deux transformateurs, chacun de 750 kv-A, 15 000 à 700 volts mis en parallèle ; deux moteurs à collecteur de 200 kw, de la fabrique de machines d'Oerlikon.

La troisième locomotive a été construite par les ateliers Siemens-Schuckert, elle a deux sièges de mécanicien, comporte 2 bogies, ayant chacun 3 moteurs série à collecteur avec un rapport de transmission de 1 à 3,72 (75 km : h). Chacun de ces moteurs non ventilé a une puissance de 130 kw, quand il est ventilé de 160 kw.

La locomotive avec ses 6 moteurs pèse 75 tonnes. Deux transformateurs à huile de 500 kw abaissent la tension de 15 000 à 378 volts. F. L.

---

LES DANGERS

DES

# CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

## ET LES PRÉCAUTIONS A PRENDRE

Appelé à déterminer les causes de récentes électrocutions, M. Meynier, ingénieur-conseil, a fait sur ce sujet une conférence très documentée devant le Syndicat des Industries électriques du Nord. Étant donné l'intérêt que présente la question pour nos lecteurs, nous n'hésitons pas à publier un extrait de ce travail, ne serait-ce que pour les mettre en garde contre les dangers que peut courir constamment leur personnel et contre les opinions absolument erronées que professent le public, les journalistes et même les monteurs électriciens sur les dangers des canalisations électriques, en particulier sur l'innocuité des basses ou des très hautes tensions.

*Statistiques.* — Tous les ans, les statistiques indiquent de 30 à 40 électrocutions en Suisse, dont la moitié sont mortelles. En France, il n'y a pas de statistiques spéciales pour ce genre d'accidents; mais un seul réseau de la banlieue parisienne a fait, en moins d'un an, cinq victimes et, dans la région du Nord, il n'y a pas un des grands réseaux qui n'ait eu un accident grave, sinon mortel, à déplorer.

D'autre part, les statistiques montrent que la plupart des victimes se recrutent parmi le personnel électricien des usines ou réseaux, et qu'environ 50 fois sur 100, le manque de précaution, le mépris du danger ou l'ignorance sont seuls la cause de l'accident.

Enfin que 25 pour 100 environ des accidents ont lieu sur la basse tension, 15 pour 100 environ sur la moyenne et 60 pour 100 sur la haute tension. On doit remarquer que les réseaux à basse tension étant actuellement de beaucoup les plus nombreux, les accidents à haute tension, par réseau, sont incomparablement plus fréquents.

*Effets physiologiques du courant.* — Les prescriptions du décret du 11 juillet 1907 et les précautions à prendre, pendant le travail sur les canalisations électriques, se comprennent facilement si l'on étudie le mécanisme de l'électrocution.

L'effet physiologique du courant électrique est fort complexe. Des idées très fausses circulent à ce sujet. Les uns disent que c'est la tension qui est en cause, d'autres que c'est le courant. Une erreur très commune du personnel ouvrier est de considérer les courants à très haute tension comme inoffensifs. Cette erreur s'est répandue à la suite des mémorables expériences de Tesla. On a confondu haute tension avec *haute fréquence*, l'innocuité des courants de Tesla étant due à leur très grande fréquence et non pas à leur haute tension. Ces courants de très grande fréquence (plusieurs milliers de périodes par seconde) sont non seulement absolument inoffensifs mais employés en thérapeutique avec succès, grâce aux travaux du Dr d'Arsonval qui est parvenu à dépenser une puissance relativement considérable (environ 11 kilowatts) dans le corps d'un malade sans que sa sensibilité en soit aucunement affectée. Les uns prétendent que cette innocuité des courants à haute fréquence est due à ce qu'ils ne circulent qu'à l'extérieur du corps humain. Cet argument a été réfuté par le Dr d'Arsonval lui-même, et d'autres expliquent cette innocuité en disant que les cellules vivantes n'ont pas le temps de se contracter pendant une demi-période du courant.

Ces courants à haute fréquence mis à part et ne considérant que les courants continus et alternatifs industriels, on peut dire, d'après les travaux de plusieurs électriciens et médecins, que les effets physiologiques sont très complexes et dépendent plutôt de la puissance dépensée et du courant dans le patient, que de la tension ou de la quantité d'électricité. Toutefois une certaine tension est nécessaire pour produire un effet physiologigne donné, mais, à elle seule, elle ne suffit pas, il faut qu'elle puisse engendrer dans la victime un courant entraînant une certaine production de puissance.

C'est pourquoi les bobines de Ruhmkorff et les machines électrostatiques donnant des milliers et des centaines de milliers de volts n'occasionnent jamais d'accidents graves. Elles ne peuvent fournir une puissance importante, leur tension est fictive, elle tombe dès que l'appareil débite; pour la bobine parce que le courant secondaire induit s'oppose à la variation rapide du flux engendré par le courant primaire lorsqu'on le coupe, pour la machine parce qu'elle forme une très faible capacité qui ne peut accumuler que très peu d'énergie malgré son potentiel élevé.

De même les basses tensions sont en général inoffensives parce qu'elles sont insuffisantes pour engendrer dans la victime un courant représentant une certaine puissance.

La résistance du corps humain entre les mains est en effet considérable; elle varie naturellement beaucoup avec les individus, l'épaisseur de la peau, son état d'humidité, etc. Elle est due presque totalement aux contacts et

Digitized by Google

à la résistance de la peau. De 50 000 ohms entre les doigts des deux mains, elle peut tomber à moins d'un millier d'ohms quand les contacts sont bons et la peau enlevée ou mouillée de liquide chaud et conducteur.

On le voit fort bien en électrisant des malades, et l'on comprend alors pourquoi des électrocutions ont pu se produire à des tensions relativement basses, comme celle survenue à l'usine des tramways de Roubaix.

Un ouvrier lavant un plancher avait, après quelque temps de ce travail, ses pieds complètement mouillés d'eau impure. Il se heurta contre un interrupteur, à 500 volts par rapport au sol, qui le blessa très légèrement au bras, prenant ainsi contact intime avec les tissus musculaires imprégnés de sang et offrant au courant à travers le corps un circuit de très faible résistance.

Pour la même raison, un ouvrier anglais travaillant au nettoyage d'une chaudière encore très chaude fut électrocuté *sous* 110 *volts* en prenant une lampe à incandescence pour l'approcher de son travail. Cet ouvrier et ses camarades étaient en sueur et en parfait contact avec la tôle du générateur. Ses compagnons le virent saisir la douille et tomber inanimé. L'autopsie démontra que la mort ne pouvait être attribuée à aucune autre cause qu'à l'électrocution. D'ailleurs la douille de la lampe fut trouvée en contact avec l'un des pôles de la canalisation.

Des travaux entrepris sur la question et des expériences effectuées sur divers animaux il semble résulter que les effets physiologiques du courant dépendent :

De la nature de l'animal, d'une sensibilité spéciale (les chevaux étant très sensibles, les chiens fort peu), de son âge, de son poids et de sa prédisposition. Ils dépendent de l'énergie dépensée dans la victime et par suite les dangers doivent croître avec la durée des contacts, le carré de la tension, et être d'autant plus grands que les contacts seront meilleurs.

Le courant provoque la mort de deux façons différentes :

1° La dépense d'énergie dans le corps de la victime élève sa température, brûle certains points, détruit les tissus, calcine les os aux articulations qui peuvent être déboitées, produit l'électrolyse des liquides, distend et rompt les canaux sanguins. L'autopsie des condamnés américains électrocutés a permis de constater que les membres étaient vides de sang, les veines aplaties, le sang coagulé et refoulé dans la partie supérieure du corps ;

2° L'excitation des centres nerveux produit l'arrêt de la respiration, la paralysie du cœur, la syncope.

Les premiers effets ne peuvent généralement être provoqués que par la haute tension.

Mais on comprend que si les lésions sont peu importantes, la mort pourrait être évitée en cas d'absence des effets d'excitation des centres nerveux produisant l'arrêt de la respiration ou la paralysie du cœur.

Ces seconds effets peuvent être produits par des tensions basses si, par suite des contacts, le courant est assez élevé et si le cœur se trouve sur son trajet à travers le corps de la victime.

Ils semblent être plus importants avec les courants alternatifs qu'avec les courants continus. Ce sont ces effets qui peuvent être traités par la respiration artificielle et les tractions rythmées de la langue, si préconisées depuis l'électrocution de 1894 où MM. Maurice Leblanc et Picou sauvèrent ainsi un ouvrier de la Société anonyme de la Transmission de la Force par l'Électricité. Mais si l'on doit appliquer de suite la respiration artificielle, il ne faut pas s'illusionner sur ses résultats; elle ne serait appliquée avec succès qu'environ 1 fois sur 10, alors que l'efficacité des précautions préventives est indiscutable !

*But des précautions.* — Les précautions, par suite de ce qui a été dit précédemment, doivent avoir pour but d'empêcher les personnes d'être traversées par un courant, c'est-à-dire de toucher à la fois deux points présentant une différence de potentiel, ou bien, si cela est impossible, d'intercaler dans le circuit une résistance considérable limitant le courant a une valeur excessivement faible. Les courants d'une intensité inférieure à 20 milliampères ne paraissent pas dangereux. Puisque, pour être traversé par un courant, il faut toucher simultanément deux points ayant entre eux une certaine tension, il semble que les ouvriers ne travaillant qu'avec une seule main devraient être indemnes de tout accident. Les oiseaux se posent d'ailleurs, sans aucun inconvénient pour eux, sur les fils à très haute tension. Malheureusement nous sommes constamment en contact avec le sol conducteur, plus ou moins bien en relation avec les câbles du réseau par leurs défauts d'isolement, si bien qu'en touchant un seul câble avec une main, nous touchons plus ou moins bien les autres câbles par les pieds.

Vouloir obtenir un isolement infini est illusoire et impossible sur les réseaux étendus. Un grand réseau à courant continu desservant 100 000 lampes, toutes en état parfait, ayant chacune 4 mégohms d'isolement, ne présente plus, par rapport au sol, qu'une résistance 100 000 fois plus petite (puisque toutes les résistances d'isolement sont en dérivation), soit 40 ohms, ou 20 ohms pour chaque pôle; résistance absolument négligeable devant celle du corps humain, de sorte qu'en touchant un pôle avec une main on touche l'autre pôle avec les pieds en reposant sur le sol.

*Isolement des canalisations à courants alternatifs.* — Avec les grands réseaux à courants alternatifs qui ne desservent que des transformateurs parfaitement isolés, par l'intermédiaire de lignes aériennes ou souterraines aussi parfaitement isolées, la résistance d'isolement de l'ensemble est considérable et cependant le danger est encore bien plus grand, par suite de propriétés spéciales à ces courants.

Alors que les condensateurs forment par leur diélectrique un obstacle infranchissable aux courants continus, les courants alternatifs paraissent traverser les condensateurs avec une grande facilité. C'est en réalité le courant de charge et de décharge du condensateur que l'on constate.

Digitized by Google

Or les câbles armés forment de véritables condensateurs dont les armatures sont constituées, l'une par l'âme du câble, l'autre par son armature reliée au sol, le diélectrique étant formé par l'isolant du câble.

Il s'ensuit qu'un réseau à courant alternatif simple à deux câbles (un pour chaque pôle) est constamment en relation avec la terre par les condensateurs que forment les câbles avec elle, et qu'en touchant un pôle, même si l'isolement est infini, on est traversé par le courant de charge et de décharge du condensateur que forme l'autre câble avec la terre.

Il en est de même avec les câbles concentriques et les câbles triphasés à 3 âmes parallèles qui forment un système complexe de condensateurs, entre eux et avec la terre. Quand on touche un pôle, le courant de capacité par rapport à la terre des autres pôles traverse le corps.

Il faut remarquer que les capacités formées avec le sol mettent le point neutre de la distribution à la terre.

Ce danger des canalisations à courants alternatifs a été signalé dès leur apparition, plusieurs moyens ont été préconisés pour rendre la résistance apparente considérable, mais aucun n'est pratique.

Ces courants de capacité ont de très grands inconvénients en dehors des dangers pour la sécurité du personnel; quand une des phases se met à la terre, en passant par le défaut, ils détruisent rapidement le câble. En outre, avec les self-inductions du réseau, ces capacités provoquent des surtensions qui percent les isolants.

*Précautions à prendre.* — Donc, reposant sur le sol, on ne peut toucher un seul câble à haute tension à courants alternatifs sans être traversé par les courants de capacité des autres câbles. D'où la nécessité de ne toucher ces câbles que par l'intermédiaire d'une substance isolante et après s'être isolé du sol; et utilité des sectionneurs qui permettent d'isoler du réseau la portion de canalisation sur laquelle on doit travailler.

Les accidents sont dus, en grande majorité, à la remise en service d'une canalisation sur laquelle on croit le travail terminé. D'où nécessité d'enfermer les sectionneurs dans des armoires, la clé étant seulement à la disposition des travailleurs.

Nécessité de deux porcelaines par sectionneur, placées de manière à éviter sa mise en service inopinée en cas de rupture de l'une d'elles.

Utilité de mettre à la terre la section sur laquelle on travaille, précaution qu'on ne prend presque jamais.

Nécessité de la mise à la terre, franchement, de la ligne à haute tension en cas de rupture de porcelaine d'un sectionneur et, pour cela, mise à la terre convenable de toutes les ferrures des isolateurs.

Un accident survenu le 30 juillet 1907 à La Madeleine est dû à ces courants de capacité et aurait été évité si les précautions précédentes avaient été prises et si le monteur avait été plus prévenu ou plus instruit. Le monteur devait préparer l'extrémité d'un câble pour le placer dans une boite en fonte. Le câble était hors service et coupé de la canalisation à haute tension par un sectionneur dont le départ et l'arrivée de chaque phase se trouvaient sur la même porcelaine. En prenant le câble avec la main pour le préparer, il reçut une secousse; étonné de cette commotion, puisqu'il venait de s'assurer de l'ouverture des sectionneurs, il douta de ses sens et sollicita une personne présente de toucher le câble. Cette personne reçut à son tour une violente décharge et un petit arc jaillit sur son doigt qui fut légèrement brûlé. Le manœuvre du monteur saisit alors le câble par son enduit extérieur et toucha avec la main droite le torchon qui recouvrait les trois âmes. Il tomba aussitôt en poussant un cri et ne donna plus signe de vie. Un arc jaillit entre le câble et sa main quand, instinctivement, il la retira en tombant.

On releva le surlendemain 3200 volts entre l'enveloppe externe du câble, c'est-à-dire la terre, et l'une des âmes; 1500 volts environ entre les deux autres âmes et la terre, bien que le sectionneur fût ouvert.

Divers essais montrèrent que la présence de cette tension sur le câble était due à l'un des sectionneurs qui se laissait traverser par le courant. Ce sectionneur démonté fut soumis à différents essais au laboratoire. Son aspect extérieur ne décelait d'ailleurs aucun défaut et sa résistance d'isolement, mesurée avec un ohmmètre à pile, était infinie. Mesurée sous 110 volts, elle n'était plus que de 100 000 ohms; et sous 500 volts, de quelques ohms seulement, si bien que l'on put allumer des lampes avec le courant qui passait à travers la porcelaine et faire croître le courant jusqu'à 9 ampères. La résistance n'était plus alors que de 1,52 ohm et le sectionneur se brisa avec violence en dévoilant son défaut.

Il est de toute évidence que cette électrocution eût été évitée si ce sectionneur avait été monté sur deux porcelaines, comme ils le sont généralement. Ou bien si l'on avait fait mettre les 3 départs du sectionneur en court-circuit et à la terre avant de travailler sur le câble; précaution sur laquelle on ne saurait trop insister. Ou bien encore si le monteur avait connu les dangers qu'il courait et avait cessé tout travail et fait partir les personnes présentes, au lieu de les solliciter à toucher le câble, dès qu'il l'eût reconnu sous tension malgré l'ouverture des sectionneurs.

Enfin il y a tout lieu de croire que cet accident ne se serait pas produit avec du courant continu sous même tension.

En effet, le lieu de l'accident est alimenté par un câble partant de l'usine de la rue de la Barre et qui fournit aussi l'énergie à deux autres usines de la Madeleine. Le développement du réseau n'est que de 4411 m et sa résistance d'isolement de plusieurs milliers de mégohms. Il se peut donc qu'avec du courant continu l'accident n'eût pas été mortel.

Avec le courant alternatif au contraire, la terre se trouvant au potentiel moyen du système, soit à $\frac{5000}{1,732}$ ou 3200 volts par rapport aux âmes, en mettant une âme à

Digitized by Google

la terre, en la touchant avec la main, la victime fut traversée par le courant de capacité par rapport à la terre des deux autres âmes. Ce courant, d'après les calculs, pouvait être de 1,1 ampère, la capacité de service du câble devant être voisine de 0,25 microfarad par kilomètre.

La résistance apparente par rapport à la terre du système était donc inférieure à 3000 ohms, alors que la résistance vraie était de plusieurs millions d'ohms. Si le monteur et l'autre personne qui ont touché le câble avant le manœuvre électrocuté n'ont pas été foudroyées, c'est qu'elles ont touché les âmes en communication avec les bons sectionneurs. Elles ont ressenti une secousse par suite des courants pouvant passer par les capacités existant entre ces âmes et celle sous tension. Mais le câble n'ayant que 80 m de longueur, depuis les sectionneurs jusqu'à son extrémité, ces capacités sont extrêmement petites et le calcul montre qu'elles ne laissaient passer que 0,005 ampère environ, 200 fois moins que le courant qui a causé la mort de la victime.

La tension relevée entre ces âmes et la terre, 1500 volts, était fictive et dépendait de la consommation de l'appareil servant à la mesurer. Avec un transformateur de mesure plus puissant on eût trouvé moins. Avec un voltmètre électrostatique on eût trouvé 3200 volts,

C'est pour éviter ces courants passant à la terre par le corps des personnes qui viennent en contact avec un objet mal isolé d'un des pôles d'un réseau, que le décret du 11 juillet 1907 prescrit de réunir électriquement à la terre tous les bâtis et pièces conductrices non parcourues par le courant des machines de la seconde catégorie. De cette façon, même si un défaut d'isolement se déclare entre les enroulements et la masse, il n'y a pas danger d'électrocution en touchant la masse de la machine qui se trouve par la connexion électrique au même potentiel que le sol et par suite de la main qui la touche. Cette mise à la terre franche du bâti des machines pourrait produire de fréquents ennuis dans les dynamos à très haute tension ou dans les distributions en série à potentiel très élevé. Les isolants dans les encoches ne pourraient être assez épais pour résister à ces tensions, c'est pourquoi le décret prévoit alors l'isolement de la machine entière par rapport au sol. La rupture de l'isolement des encoches est ainsi évitée. Le potentiel du bâti n'est plus celui du sol et l'on ne pourrait prendre contact avec lui sans être traversé par un courant, c'est pourquoi le décret prescrit alors un plancher isolé du sol tout autour de la machine et d'un développement suffisant pour éviter qu'on puisse toucher simultanément et le bâti de la machine et un objet en contact avec le sol.

Il en est de même dans les tableaux de distribution où la mise à la terre de toutes les pièces conductrices non parcourues par le courant entraînerait des complications trop grandes.

En dehors des précautions prescrites par le décret qui nous occupe, nous devons signaler les suivantes :

1° N'employer autant que possible sur les tableaux que des appareils de mesure à basse tension branchés sur des transformateurs de mesure ;

2° Commander les appareils de manœuvre par des relais ou par des leviers parfaitement isolés ;

3° Placer ces appareils dans des cases incombustibles et inaccessibles par inattention ;

4° Protéger les lignes et machines contre les surtensions et les nombreuses oscillations qui peuvent se produire sur les réseaux à haute tension, par des appareils longuement étudiés, en se rappelant (qu'ici plus que partout ailleurs) il n'y a ni bons ni mauvais appareils, mais surtout de bonnes et de mauvaises applications ;

5° Munir les lignes de tous les appareils de protection nécessaires pour qu'en cas de rupture de fil ou de rupture d'isolateurs, le courant soit automatiquement interrompu ;

6° Réunir tous les poteaux métalliques entre eux par un fil conducteur mis à la terre avec soin en plusieurs endroits ;

7° Si les poteaux sont en bois, il est absolument nécessaire qu'ils soient individuellement mis à la terre, parfaitement ;

8° Construire les filets avec du fil suffisamment fort pour que le court-circuit dû à la chute du fil conducteur n'en provoque pas la fusion et la rupture ;

9° Employer les gants de caoutchouc dès que le travail le permet ;

10° Ne manœuvrer les sectionneurs qu'à l'aide d'une perche dont la pointe est isolée du manche par une porcelaine convenable et dont le manche, près de la porcelaine, est mis par un fil souple à la terre, pour éviter tout accident, même en cas de rupture de la porcelaine ;

11° Ne travailler sur une section de canalisation qu'après l'avoir interrompue et mise à la terre, en réunissant les départs du sectionneur par un fil préalablement en contact parfait avec le sol ;

Enfin, employer les dispositifs connus pour qu'en cas de contact entre les enroulements primaires et secondaires des transformateurs, la haute tension soit mise immédiatement à la terre. Tous ces dispositifs de mise à la terre de la haute tension en cas de rupture d'isolants de machine, d'isolateurs de ligne, de rupture de ligne aérienne et d'isolants de câbles ou de transformateurs, seront encore plus efficaces si la mise à la terre d'une phase ou d'un pôle à haute tension provoque immédiatement le déclenchement des disjoncteurs du feeder sur lequel l'avarie s'est produite. C'est pourquoi nous pensons qu'il est bon de réunir le point neutre à la terre. Non seulement ce procédé empêche que les isolants de tout le système soient soumis à une tension dépassant la tension entre phases divisée par 1,732 ; mais dès qu'un défaut se produit sur une phase, il se forme un court-circuit qui déclenche les disjoncteurs.

Quand le point neutre n'est pas réuni au sol, la mise à la terre d'une phase soumet les isolants des autres phases à la tension totale du réseau et ne provoque pas toujours le déclenchement des disjoncteurs. Dans le cas du câble de 4411 m partant de l'usine de la rue de la Barre, nous

Digitized by Google

avons vu que le courant de capacité était de 1,1 ampère, très insuffisant par suite pour faire sauter les appareils à maxima. Le câble n'étant pas interrompu, le courant de capacité passant par le défaut du câble avarié y provoque des accidents fort graves, détériorant complètement les 3 phases et rendant souvent fort difficile la localisation du défaut.

Signalons à cette occasion le dispositif très ingénieux de M. Neu, qui permet de faire sauter les disjoncteurs dès qu'un défaut quelconque se produit, et cela en réunissant les points neutres à la terre par l'intermédiaire de parafoudres à faible distance d'éclatement et d'un transformateur, ce qui évite les courants de circulation et les court-circuits.

Cette mise à la terre du point neutre, qui doit être à notre avis sans résistance pour plusieurs raisons, occasionne souvent des courants de circulation intenses entre les génératrices en service, mais ces courants proviennent de la construction des génératrices et des machines motrices, et c'est aux constructeurs de matériel à éviter ces oscillations pour que les réseaux puissent mettre à la terre leur point neutre. A. M.

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

## DE MARSEILLE

### DESCRIPTION ET ANALYSE DES APPAREILS EXPOSÉS

**Jules Richard à Paris.** — La maison Jules Richard expose à Marseille un certain nombre d'appareils de mesures et de contrôle fort intéressants, et dont nous allons décrire les principaux types :

1° Galvanomètres apériodiques a cadre mobile. — Ces appareils sont constitués par un cadre mobile du système d'Arsonval, se déplaçant dans le champ d'un aimant armé; ces déplacements sont proportionnels et l'apériodicité est grande, puisque l'aiguille atteint son point sans le dépasser en moins d'une seconde.

Ces propriétés résultent de l'emploi d'un aimant circulaire à circuit fermé par un noyau relativement considérable ménageant un entrefer très réduit.

Pour éliminer les variations possibles de l'intensité du champ dans l'entrefer, on emploie un cavalier de fer qui rend celui-ci homogène et shunte l'aimant dont il assure ainsi la conservation mieux que tout autre système.

Malgré ces conditions très favorables, la force magnétomotrice a été réduite à 0,8 ampère-tour; de plus, l'emploi d'aimants d'Allevard assure la permanence des indications et leur exactitude.

Ce genre de galvanomètre, combiné avec une résistance appropriée placée en série, constitue un voltmètre d'une sensibilité illimitée, et, de même, combiné avec des shunts appropriés, un ampèremètre (fig. 1) permet-

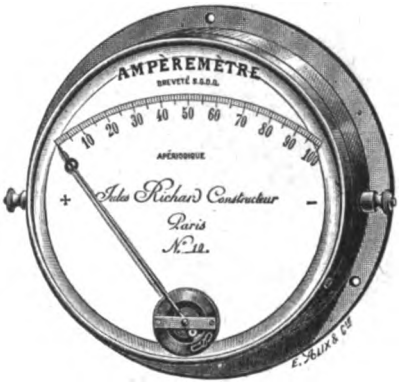



Fig. 1.

tant de placer le cadran lui-même à une certaine distance des circuits parcourus par des courants de forte intensité.

Quant à l'angle de déviation pour la course totale de l'aiguille, elle est de 75°, quelle que soit la graduation de l'appareil.

*Voltmètres.* — Les voltmètres se distinguent par leur faible consommation. L'équipage mobile comporte des circuits de cuivre ayant une résistance de 30 ohms, et la déviation maxima est obtenue pour une intensité de 5 milliampères, ce qui correspond à une différence de potentiel de 0,15 volt aux bornes.

Pour approprier ces appareils à la mesure des différentes tensions, on y adapte en série des résistances additionnelles à raison de 200 ohms par volt; ces résistances sont constituées par un fil d'un alliage dont le coefficient de température est pratiquement nul, de sorte que pour les tensions supérieures à 5 volts, la portion de cuivre du circuit est négligeable, eu égard aux résistances totales, et les indications ne sont aucunement influencées par les variations de température.

Ainsi, pour 150 volts, il y a en circuit 30 000 ohms en métal invariable contre 30 ohms en fil de cuivre; la grande résistivité de l'alliage employé pour les bobines additionnelles et la faible puissance du courant parcourant celles-ci, ont permis de leur donner un volume réduit, grâce aussi à leur ventilation par le noyau.

Il en résulte que, jusqu'à 1000 volts, celles-ci peuvent tenir entièrement dans des boîtes de 15 cm de diamètre.

*Ampèremètres.* — Dans ces appareils l'équipage mobile possède un circuit de 2 ohms composé partie en cuivre (0,24 ohm) et partie en métal à faible coefficient de température.

On obtient sa déviation complète de 75° sous l'action d'un courant de 5 centièmes d'ampère, intensité qui est atteinte lorsqu'on applique aux bornes une différence de potentiel de 0,1 volt.

Les shunts (fig. 2), construits avec un métal ayant un

Digitized by Google

coefficient de température nul, permettent de les établir à un prix relativement peu élevé, grâce à l'économie de matière en résultant. Par suite, l'on peut admettre que la température peut dépasser de 80°C la température ambiante, sans que les indications de l'appareil soient altérées.

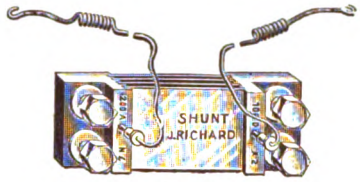


Fig. 2.

Ils sont constitués par des lames de constantan; leur surface est voisine de 12 cm² par watt, ce qui est suffisant, étant donné que les élévations de température consenties sont sans effet sur la précision des lectures.

Lorsqu'on veut faire des mesures de haute précision, donnant une plus grande sécurité que celle dont on se contente pour des appareils de tableau de distribution, les aiguilles ordinaires sont remplacées par des aiguilles plates, de champ, mobiles devant un miroir, de sorte qu'il suffit de placer l'œil de manière à ce que l'aiguille recouvre sa propre image dans la glace; on évite ainsi toute erreur de lecture due à la parallaxe.

En outre, ce constructeur a établi des appareils en boîte complètement étanche pour le fonctionnement dans des endroits très humides et même susceptibles d'être inondés, pendant un certain temps, comme par exemple pour des instruments destinés aux navires.

En plus des qualités d'apériodicité, de proportionnalité et de solidité des appareils précédents, il était bien naturel que M. Richard, qui s'est spécialisé dans l'enregistrement de tous les phénomènes, ait songé à doter des mêmes avantages des appareils de mesures électriques.

Le système magnétique fixe du galvanomètre enregistreur courant est formé par deux aimants conjugués ayant même section et même développement, même poids et, par suite, un même moment magnétique de 1400 gauss.

Ces aimants ont leurs épanouissements polaires cylindriques concaves pour l'un, convexes pour l'autre. Ces deux surfaces cylindriques sont également concentriques et rectifiées à la meule, et leur intervalle constitue un champ magnétique uniforme très intense dans lequel se déplacent les deux côtés du cadre mobile, celui-ci excentré et bobiné suivant des cordes du cylindre générateur, et supporté par un cadre amortisseur très puissant (fig. 3).

Ce cadre, à l'exclusion de tout contrepoids, équilibre les organes d'enregistrement, ce qui diminue encor l'inertie des pièces en mouvement et contribue à doter l'appareil de sa parfaite apériodicité.

L'axe est terminé par deux tourillons roulant dans des crapaudines à ressort, ce qui évite leur rupture pendant le transport et le montage.

Les extrémités de la bobine mobile sont respectivement reliées à deux ressorts spiraux, qui servent à amener le courant et à équilibrer son action électromagnétique. L'axe de l'équipage porte un style terminé par une plume enregistrante du modèle ordinaire, qui trace des courbes

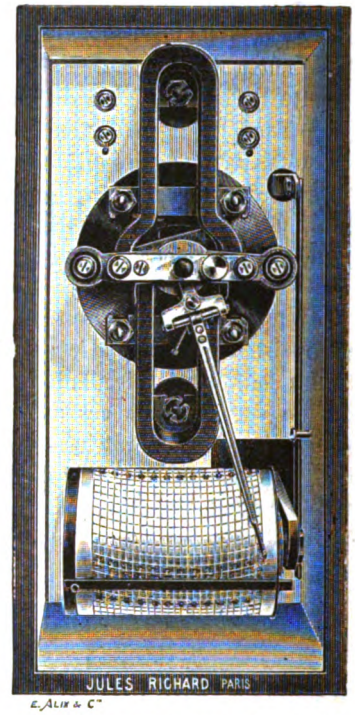


Fig. 3. — Enregistreur à cadre mobile.

sans donner des frottements suffisants pour pouvoir amener des troubles dans le fonctionnement de l'appareil.

Ces appareils ont été établis également, avec quelques modifications, pour permettre de prendre des diagrammes lisibles sur les chemins de fer, tramways, voitures automobiles, etc.

2° Appareils électro-magnétiques. — Les ampèremètres et les voltmètres électro-magnétiques présentent sur les appareils à aimant permanent le grand avantage de pouvoir servir aussi bien pour les courants continus que pour les courants alternatifs, et d'être beaucoup plus robustes.

Après avoir joui longtemps d'une légitime réputation, ils avaient été délaissés, surtout à cause de leur défaut d'apériodicité.

Les appareils Richard ont été étudiés au contraire en vue de présenter une apériodicité très grande, celle-ci étant réglée de manière que l'aiguille prenne son point normalement après une ou deux oscillations au plus, en moins de 2 secondes.

Leur prix reste sensiblement inférieur à celui des appareils à cadre, et ils sont tout indiqués dans les installations où l'on ne tient pas à avoir des indications proportionnelles pour le courant continu; ils sont indispensables pour le courant alternatif.

Certains de ces appareils sont munis d'un petit indicateur indiquant le sens du courant, qui supplée au

Digitized by Google

manque d'indications données à ce sujet par l'appareil lui-même, qui a ses déviations toujours dans le même sens.

L'hystérésis ne dépasse pas 1,5 à 2 pour 100 dans le cas du courant continu ; pour le courant alternatif, celle-ci disparaît, et la self-induction très faible, sauf pour le voltmètre enregistreur, dépendant de la fréquence, il est facile d'y remédier dans l'établissement de la graduation, qui est donnée une fois pour toutes et pour un courant bien déterminé, dont la fréquence varie toujours très peu. Quant au couple dans les appareils enregistreurs (fig. 4), il est d'environ 50 g-cm pour les voltmètres et

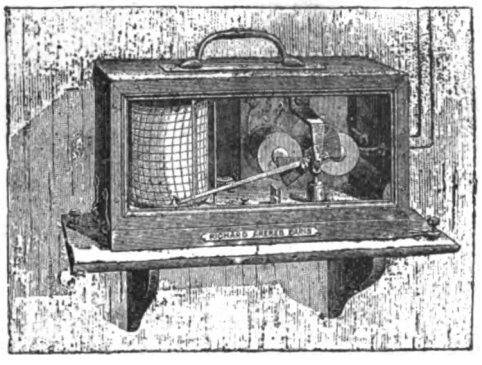


Fig. 4. — Enregistreur électro-magnétique.

de 100 à 150 g-cm pour les ampèremètres enregistreurs. Lorsque l'intensité du courant que doit contrôler l'appareil varie brusquement de quantités importantes, il peut arriver qu'en raison de l'inertie du système mobile, les élongations de l'appareil soient amplifiées et que les diagrammes obtenus soient confus et d'une lecture difficile. Dans ce cas, la maison Richard nous présente des enregistreurs munis d'un amortisseur à liquide réglable à la demande par le dosage du bain et la forme du piston, pouvant freiner le mouvement du style jusqu'à donner des diagrammes de moyennes.

5° Appareils thermiques. — Si les ampèremètres enregistreurs électro-magnétiques donnent de très bons résultats pour les courants alternatifs, il n'en est pas de même des voltmètres, pour lesquels la self-induction étant considérable, l'appareil se trouverait complètement déréglé par la plus petite variation de fréquence.

C'est pourquoi le constructeur a été amené à établir des voltmètres enregistreurs thermiques.

Ces appareils, comme l'indique leur nom, sont basés sur l'allongement d'un fil de constantan de 0,06 mm de diamètre de longueur échauffé par le courant à mesurer.

Sous l'action de la température, ce fil s'allonge et c'est cet allongement qui agit sur le style de l'enregistreur.

La résistance du fil moteur est de 5,40 ohms par volt, il absorbe 0,185 A sous 34 volts minimum.

Le couple obtenu par cet appareil est de 45 g-cm, ce qui permet d'avoir un enregistrement précis supérieur à celui des instruments similaires.

Le problème important à résoudre pour un tel fonctionnement est de mettre l'appareil à l'abri des variations de la température ambiante ; il y a donc lieu de prévoir un compensateur ; celui-ci est constitué par un système de deux métaux de dilatation différente ; le zinc et l'acier au nickel.

Les voltmètres thermiques peuvent être employés comme ampèremètres si on les branche aux bornes du secondaire d'un transformateur série donnant 34 volts et pouvant débiter 0,185 A, lorsque le primaire est parcouru par le courant maximum à mesurer.

*Wattmètres.* — La maison Richard nous présente encore un certain nombre de wattmètres enregistreurs particulièrement intéressants ; ces appareils (fig. 5), construits

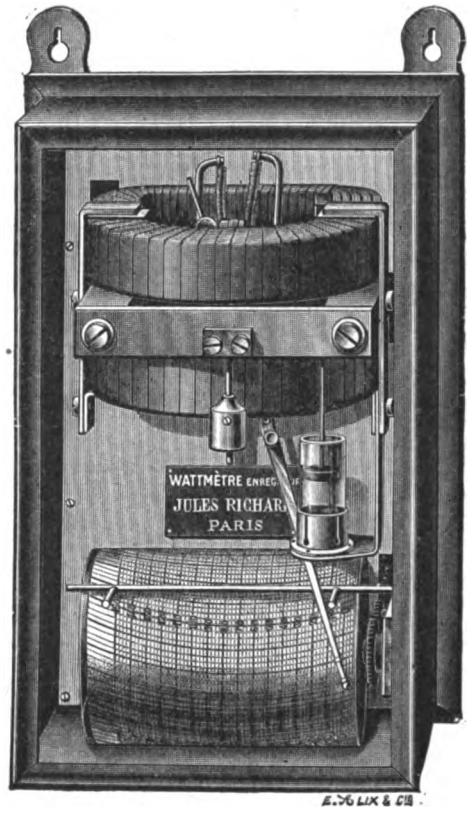



Fig. 5. — Wattmètre enregistreur,

pour le courant continu aussi bien que pour le courant alternatif, puisque la self-induction n'est que de 1 pour 100 en moyenne, en passant du courant continu au courant alternatif de 50 p : s, sont constitués par une bobine mobile de fil fin montée en dérivation, oscillant dans le champ produit par deux bobines gros fil, traversée par le courant total à mesurer.

L'action électrodynamique du courant est équilibrée par un contre-poids ; quant à l'amortissement, il est obtenu au moyen d'un cylindre à glycérine.

Ces appareils, montés sur couteaux, d'une grande précision et d'une extrême sensibilité, ont une déviation proportionnelle à la quantité qu'ils mesurent. Le couple agissant sur le style enregistreur est d'environ 100 g-cm.

Digitized by Google

Nous ne parlerons pas ici des appareils tout à fait spéciaux, que nous ne citerons que pour mémoire et qui nous ont été montrés par M. Richard, à la récente exposition de la Société de Physique, tels que deux wattmètres conjugués établis sur la demande du Chemin de fer du Métropolitain de Paris, et destinés à fonctionner normalement pendant une journée complète sur les motrices, ce qui a nécessité une robustesse toute spéciale eu égard au régime intensif auquel ils étaient soumis.

*Boîtes de contrôle.* — La maison Richard expose diverses boîtes de contrôle combinées avec les appareils que nous venons de décrire, en particulier les appareils apériodiques (fig. 6). Dans ceux-ci, grâce à leur grande apériodicité, l'aiguille arrive à son point directement sans jamais le dépasser.

En vue de diminuer l'encombrement et de rendre plus facilement transportable l'ensemble des instruments nécessaires pour le contrôle des tensions de moyenne intensité, ce constructeur a établi un modèle de nécessaire comportant deux boîtes indépendantes; l'une contient l'ampèremètre et le voltmètre avec une résistance additionnelle pour mesurer les tensions; l'autre renferme une série de shunts dont la composition varie suivant les régimes adoptés.

Cette dernière est disposée d'une façon très judicieuse, permettant d'insérer un shunt quelconque en série, sans couper l'installation à contrôler : deux barres en cuivre de forte section portent des boulons auxquels sont reliés

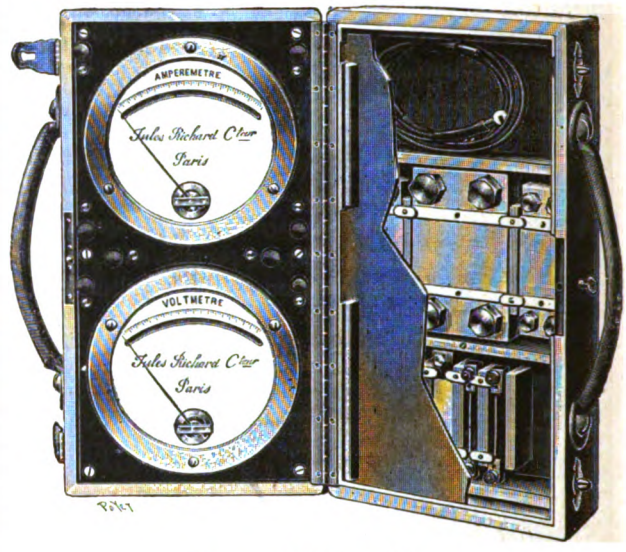



Fig. 6. — Boîte de contrôle.

les conducteurs; les deux barres sont munies à leur partie supérieure d'une plaque en fibre et portent des trous garnis de canons isolants dans lesquels passent des boulons qui se vissent sur les extrémités des shunts. Il suffit de serrer au moyen d'une clef anglaise placée dans la boîte les deux boulons correspondant au shunt que l'on peut employer, pour que les plaques terminales de celui-ci appuient sur une large surface de contact contre les barres reliées au conducteur.

Pour mettre les shunts hors circuit, il suffit de desserrer d'un ou deux tours ces boulons pour que le contact avec les barres cesse complètement.

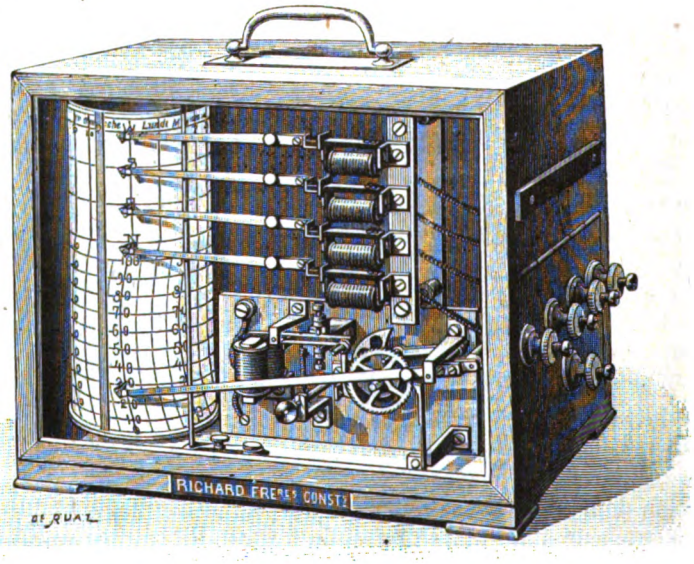



Fig. 7. — Appareil enregistreur pour observatoires météorologiques.

*Appareils divers.* — Nous aurons terminé avec les appareils présentés par la maison Richard en citant :

Un compteur horaire d'électricité formé par une pendule électrique qui se met en marche dès que le courant passe dans la bobine; le cadran indique alors le nombre de secondes pendant lequel le courant a passé.

L'énergie consommée par ces appareils est en somme très faible, puisque, pour fonctionner sous 100 v, il suffit de lui donner 0,065 a pendant 1/50e de seconde toutes les 15 secondes.

Digitized by Google

Un ohmmètre à magnéto permettant de faire les essais de résistance sous environ 115 volts, avec un appareil extrêmement réduit, depuis le défaut franc jusqu'à 50 mégohms.

Un avertisseur de tension avec lampe de couleur et sonnerie, d'une précision pour ainsi dire absolue, ne présentant pas plus de 0,5 pour 100 d'hystérésis et réglable à 1 volt près; un amortisseur à glycérine assure la régularité du fonctionnement.

Un indicateur de sens de puissance se composant essentiellement d'une bobine mobile autour d'un axe et dont les déviations sont accusées par un index mobile devant un cadran, permettant de voir le moment où, dans le cas de plusieurs alternateurs en parallèle, le décrochage a lieu, et où l'un des alternateurs se met à fonctionner comme moteur.

Un indicateur de phase à maximum d'éclairement et non à extinction, comme cela se voit habituellement, formé d'un ampèremètre différentiel portant deux lampes de phase et dont chaque enroulement est traversé par le courant d'une lampe; il suffit de coupler au moment où les oscillations de l'éclairement des lampes sont arrivées au synchronisme.

Enfin la maison Richard, dont l'activité ne se spécialise pas à l'étude des appareils électriques, nous montre quelques spécimens d'une application de l'électricité aux appareils industriels et météorologiques, tels que chronographe électrique, girouette à transmission électrique, etc.

---

**Société française des câbles électriques, système Berthoud-Borel.** — Le principal but que s'est proposé la Société Berthoud-Borel, en organisant son stand de Marseille, a été de montrer aux exploitants que la fabrication des câbles souterrains est arrivée actuellement à un degré de perfectionnement qui lui permet de lutter, pour les transports d'énergie à grandes distances, avec les lignes aériennes.

A cet effet, on a installé dans ce stand deux bobines contenant chacune 100 m de câble à deux conducteurs de 40 mm² isolés entre eux et avec le plomb par une épaisseur homogène de papier imprégné de matière isolante du système Berthoud-Borel et Cie.

L'isolant est protégé contre l'humidité qui pourrait le détériorer, lorsque ces câbles sont posés dans le sol, par deux gaines de plomb continues et sans soudure mises à chaud à la presse hydraulique dont le diamètre intérieur n'est que de 42 mm (diamètre très faible, étant donné la tension élevée à laquelle ces câbles sont soumis).

On procède sur ces câbles périodiquement ou à la demande des visiteurs aux essais suivants :

1° *Courant alternatif.* — Un transformateur de 65 kw reçoit le courant du secteur à 190 v, 50 p:s, et le transforme en courant alternatif à très haute tension pouvant varier de 0 jusqu'à 125 000 v grâce à un appareil de réglage.

Ce courant est envoyé directement dans le câble à la tension normale de 100 000 v. Étant donnée la difficulté d'installer sur place un voltmètre permettant de mesurer cette tension, on a préféré installer à l'autre extrémité du câble un éclateur, en sorte que le courant, après avoir parcouru les 100 m de câble, vient produire à l'autre extrémité une étincelle disruptive entre les pointes de l'éclateur qui sont réglées normalement à 26 cm (distance explosive correspondant approximativement à la tension alternative efficace de 100 000 v).

2° *Courant continu.* — A la suite de divers projets qui ont été soumis à cette Société, relativement à des transports d'énergie à courant continu système série, sous des tensions de 100 000 et 150 000 volts, on a cherché à montrer que les isolants de ces nouveaux câbles se comportent également bien — si ce n'est mieux — en courant continu qu'en courant alternatif et, dans ce but, on a réalisé un appareil qui permet d'effectuer des essais jusqu'à 300 000 v sur la seconde bobine de câble, qui est d'ailleurs de constitution identique à la première.

Cet appareil est basé sur le principe suivant :

Considérons une force électromotrice alternative quelconque dont on appellera $E$ la valeur efficace, et supposons que l'on maintienne l'un de ses pôles à une tension fixe, par exemple en le mettant à la terre; si la force électromotrice est sinusoïdale, le potentiel de l'autre pôle variera pendant chaque période de $+E\sqrt{2}$ à $-E\sqrt{2}$. Supposons alors que l'on charge l'une des armatures d'un condensateur au moyen d'une connexion qui ne subsiste que chaque fois que la tension est égale à $+E\sqrt{2}$, et l'autre armature au moyen d'une autre connexion qui ne subsiste que chaque fois que la tension est égale à $-E\sqrt{2}$, la différence de potentiel entre les deux armatures atteindra rapidement la valeur de $2E\sqrt{2}$ et se maintiendra fixe si les déperditions d'électricité à travers le diélectrique sont négligeables devant la quantité d'électricité qui vient affluer sur chacune des armatures à chaque nouvelle charge.

L'appareil qui permet de réaliser ces charges successives est constitué par un cylindre isolant qui tourne à une vitesse angulaire égale à la pulsation du courant alternatif ou à un de ses sous-multiples. Dans le cas particulier de l'exposition de Marseille, l'appareil tourne à 1500 t:m.

Ce cylindre porte deux bras métalliques parallèles entre eux et qui établissent alternativement les connexions entre le pôle isolé du transformateur et chacun des conducteurs du câble.

D'après ce qui précède, on voit qu'il suffit de pousser la tension du transformateur jusqu'à 110 000 volts pour obtenir entre les deux conducteurs du câble une différence de potentiel de $2 \times 110 \times \sqrt{2} = 308\,000$ volts.

Comme dans l'essai à courant alternatif, la charge est amenée sur le câble par une de ses extrémités et un éclateur est disposé à l'autre extrémité. Lorsque la tension

Digitized by Google

atteint une valeur suffisante, une étincelle disruptive se produit entre les deux pointes de l'éclateur. Celui-ci est réglé à 50 cm entre pointes, ce qui correspond approximativement à la distance explosive pour 300 000 volts avec du courant continu.

En dehors des essais dont nous venons de donner la description, la Société Berthoud-Borel montre encore différents accessoires de réseaux souterrains tels que boîtes de jonction, boîtes de dérivation, boîtes coupe-circuits, coffrets de branchements ainsi que des échantillons de différents câbles de sa fabrication.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 29 juin 1908.*

**Sur les oxydes magnétiques du chrome.** — Note de M. Ivan Stuckoff, présentée par M. H. Le Chatelier. — Certains des métaux, magnétiques ou non magnétiques, de la famille du fer, ont la propriété de donner quelques oxydes magnétiques. Le chrome est précisément dans ce cas. Par l'action ménagée de la chaleur sur $CrO^3$ ou sur $CrO^2Cl^2$, on obtient des oxydes intermédiaires qui, suivant les conditions de leur préparation, peuvent être ou n'être pas magnétiques. On s'est proposé ici de définir les conditions de production des oxydes magnétiques.

$CrO^3$, chauffé jusqu'à 350°, se décompose brusquement, en perdant de l'oxygène, avec un grand dégagement de chaleur, et la température s'élève plus ou moins au-dessus de la température initiale suivant la rapidité de l'échauffement. Il se forme une masse noire qui, par l'action plus prolongée de la chaleur, perd encore de l'oxygène et se transforme finalement en $Cr^2O^3$. L'analyse de ces produits montre une composition assez variable d'une expérience à l'autre, la proportion d'oxygène qu'ils perdent encore à la calcination pouvant varier de 13,2 à 18,2 pour 100. Enfin, ces oxydes peuvent, à composition semblable, être ou n'être pas magnétiques suivant les cas. L'étude des conditions de leur formation montre que, pour l'obtention d'oxydes magnétiques, il faut que la température de la masse s'élève pendant la réaction au moins à 500°-510°. Les oxydes produits au-dessous de cette température ne présentent que des propriétés magnétiques extrêmement faibles.

Il résulte donc de ces premières observations qualitatives que la décomposition de l'acide chromique donne habituellement un mélange de différents oxydes, dont l'un au moins peut se présenter sous deux états différents : une variété fortement magnétique et une autre très faiblement magnétique. Pour déterminer la composition précise de l'oxyde magnétique, on a fait des mesures du magnétisme spécifique de différents oxydes magnétiques de composition variable et cherché pour quelle composition les propriétés magnétiques étaient le plus développées. Les mesures ont été faites avec l'appareil de MM. Curie et Chéneveau. Le tableau ci-dessous résume quelques-unes des mesures faites. La première colonne donne la perte à la calcination, c'est-à-dire la composition de l'oxyde; la seconde, la température à laquelle la réaction s'est maintenue; et enfin, la troisième, le magnétisme spécifique.

| O pour 100. | T. en degrés. | K. $10^{-6}$. en degrés. |
|---|---|---|
| 16.7 | 510-515 | 1800 |
| 14.1 | 505-510 | 6800 |
| 13.8 | 515-520 | 6450 |
| 13.2 | 500-510 | 6600 |

Dans toutes les expériences le maximum des propriétés magnétiques correspond à des pertes à la calcination comprises entre 13,3 pour 100 et 14,1 pour 100.

Or, la perte de 13,6 pour 100 est celle de l'oxyde représenté par la formule

$$2CrO^2,\ Cr^2O^3.$$

Le point de transformation magnétique de cet oxyde se trouve à la température de 120°-130°.

Un oxyde de la même composition, donnant une perte à la calcination de 13,7 pour 100, mais préparé à une température ne s'étant pas élevée au-dessus de 485°, n'a au contraire présenté qu'un magnétisme spécifique de 97, c'est-à-dire 70 fois moindre que celui de la variété magnétique.

L'oxyde obtenu par la décomposition de $CrO^2Cl^2$ serait environ trois fois plus magnétique que le composé précédent. Il se présente avec une apparence cristalline et ne perd à la calcination que 3,5 à 4 pour 100 d'oxygène. Nous nous proposons d'en continuer l'étude.

*Séance du 6 juillet 1908.*

**Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques.** — Note de M. C. Tissot. — Mon attention a été appelée récemment sur l'introduction dans la technique de la télégraphie sans fil de certains détecteurs constitués par des corps solides (certains cristaux) en contact. Ces détecteurs seraient très sensibles et permettraient d'obtenir, par lecture au son, la réception des signaux de T. S. F. en les associant simplement à un récepteur téléphonique sans emploi de source auxiliaire.

En essayant de réaliser des détecteurs analogues, j'ai été conduit à donner au phénomène une interprétation simple et générale qui m'a permis de le reproduire à volonté avec des corps très divers, mais méthodiquement choisis.

Le fait que le détecteur fonctionne sans source auxiliaire exclut l'idée d'un rôle joué par une variation de résistance, mais pourrait être rapproché du phénomène apparent de *soupape* que présente un voltamètre à électrodes inégales (détecteur électrolytique) employé sans force électromotrice auxiliaire.

Toutefois, la production d'un tel effet au contact de corps solides supposerait l'intervention d'un phénomène nouveau dont l'existence est, *a priori*, peu vraisemblable.

J'ai donc recherché tout d'abord si l'on ne pourrait

Digitized by Google

reproduire de pareils effets en faisant appel à quelque phénomène bien connu.

L'idée la plus simple était d'examiner si l'effet ne pourrait être produit par une force électromotrice thermo-électrique développée au point de contact.

Bien que divers expérimentateurs se soient servis de couples thermo-électriques comme détecteurs d'oscillations électriques, ils n'en ont guère fait usage que pour des mesures de laboratoire, et l'on ne paraît pas jusqu'ici avoir signalé leur utilisation comme détecteurs sensibles, capables de permettre la lecture de signaux à grande distance. On conçoit que, pour essayer de tirer parti d'un effet thermo-électrique susceptible de prendre naissance par passage des oscillations dans un contact, il convienne tout d'abord de réaliser un contact de surface très réduite, de manière à *localiser* en un point l'énergie mise en jeu.

Partant de cette idée, j'ai cherché à constituer des détecteurs en faisant reposer l'un sur l'autre, par une arête vive ou une pointe, des corps de pouvoirs thermo-électriques différents et suis arrivé très aisément à obtenir le résultat voulu.

On arrive, en effet, à constituer un détecteur avec deux corps *à peu près quelconques*, pourvu que ces corps soient suffisamment éloignés l'un de l'autre dans la chaîne thermo-électrique.

L'expérience montre d'ailleurs nettement que les résultats sont d'autant meilleurs que les corps choisis occupent des rangs plus éloignés.

C'est ainsi que l'on peut citer comme corps éminemment propres à être utilisés :

1° Les différentes variétés de pyrites de cuivre (chalcopyrite, phillipsite, covelline, etc.), et le bioxyde de manganèse cristallisé (pyrolusite) associés à un métal quelconque (tous les métaux étant fortement électro-positifs par rapport à ces substances).

2° Le sulfure de cuivre naturel (chalcasine), le sulfure de cuivre artificiel fondu, le sélénium (1) et le tellure, associés à un métal quelconque (tous les métaux étant fortement électro-négatifs par rapport à ces substances).

Et *a fortiori*, bien entendu, l'association d'un corps fortement électro-positif avec un corps fortement électro-négatif donne-t-elle des résultats satisfaisants.

Par des artifices très simples on arrive assez facilement à donner au contact une surface suffisamment réduite pour obtenir des détecteurs d'une sensibilité comparable à celle des meilleurs électrolytiques.

C'est ainsi qu'avec le concours de M. F. Pellin nous avons pu réaliser des détecteurs permettant de lire à Brest les signaux échangés entre les postes d'Alger et des Saintes-Maries.

Dans l'appréciation de la sensibilité, il convient d'insister sur un point essentiel.

Selon les corps choisis et la pression exercée, la résistance du contact présente des valeurs fort différentes.

Selon que cette résistance est très grande (cas de certains corps cristallisés) ou faible (cas général des contacts avec pointes métalliques), il faut disposer le détecteur soit à un ventre de *tension*, soit à un ventre de *courant* dans le système récepteur d'accord.

Quant à l'interprétation que j'ai donnée du phénomène, elle se trouve justifiée par l'expérience suivante :

On dispose deux contacts, l'un pyrite de cuivre-pointe de cuivre, l'autre tellure-pointe de cuivre (comprenant l'un un corps plus électro-négatif, l'autre un corps plus électro-positif que le cuivre) en dérivation aux bornes d'un galvanomètre.

Par le jeu d'un commutateur; ces contacts peuvent être intercalés à tour de rôle dans une antenne qui reçoit à distance les émissions d'un poste.

Ces émissions sont également bien reçues au téléphone à l'aide de chacun des contacts.

Or, on constate que les oscillations produites dans l'antenne réceptrice font dévier le galvanomètre dans un sens ou dans l'autre, selon qu'on fait usage de l'un ou l'autre contact.

C'est bien, en effet, ce qui doit se produire dans les conditions de l'expérience (où le cuivre de chaque contact se trouve relié à la même borne du galvanomètre) si l'effet est de nature thermo-électrique.

**Influence de la température sur la force électromotrice des éléments au cadmium.** — Note de M. R. Jouaust. — En 1901, Jäger et Lindeck montrèrent que la force électromotrice des éléments étalons au cadmium à électrolyte saturé pouvait être représentée en fonction de la température par la relation

$$E_t = E_{20} - 0{,}000038\,(t-20) - 0{,}00000065\,(t-20)^2,$$

cette formule étant valable jusqu'à 0° C pour les éléments ayant comme électrode négative un amalgame contenant de 12 à 13 pour 100 de cadmium. Certains des éléments contenant un amalgame à 14 pour 100 de cadmium présentaient des irrégularités au voisinage de zéro, c'est-à-dire que leur force électromotrice dépassait de plusieurs dix-millièmes la valeur indiquée par la formule.

Plus récemment Smith a donné pour les éléments à amalgame de 12,5 pour 100 et 10 pour 100 une relation identique entre la force électromotrice et la température, cette relation n'ayant été établie qu'entre 10° et 20° C.

Dans des expériences faites récemment au Laboratoire central d'électricité, nous avons constaté pour tous les éléments contenant un amalgame à 12,5 pour 100 que, quelle que fût leur provenance, la formule citée plus haut représentait très sensiblement leur force électromotrice à 0° en fonction de leur force électromotrice à 20°, l'accroissement observé étant en moyenne de $\frac{1}{10\,000}$ plus faible que celui déduit de la formule.

Il n'en est plus de même pour les éléments contenant un amalgame à 10 pour 100 de cadmium.

Au voisinage de zéro les forces électromotrices de ces éléments qui concordaient très bien jusque vers 10° diffèrent entre elles de plusieurs dix-millièmes. Elles sont toutes supérieures aux valeurs déduites de la formule de quantités qui peuvent atteindre $\frac{1}{1000}$ de volt.

(1) Il convient de noter que M. le lieutenant de vaisseau Colin avait précisément été conduit, au cours d'une série d'expériences intéressantes, à utiliser un contact sélénium-métal comme détecteur.

Digitized by Google

De plus, lorsqu'on refroidit brusquement ces éléments, leur force électromotrice croît instantanément de $\frac{2}{1000}$ environ, puis décroît lentement et n'atteint qu'au bout de plusieurs jours une valeur constante.

Pour les éléments à amalgame à 12,5 pour 100 au contraire la force électromotrice croît lentement et atteint en quelques heures une valeur constante.

Ces anomalies ne s'expliquent pas dans l'hypothèse faite pour expliquer les irrégularités des éléments avec amalgame à 14 pour 100. On avait admis que l'amalgame de cadmium se composait de deux phases, l'une solide, l'autre liquide, qui cessaient de coexister à zéro dans l'amalgame à 14 pour 100, mais coexistaient encore dans l'amalgame à 12,5 pour 100 et *a fortiori* dans l'amalgame à 10 pour 100.

Des recherches nouvelles sont nécessaires pour éclaircir ce point; mais d'ores et déjà il semble prudent, dans les mesures de précision, d'éviter l'emploi des éléments avec amalgame à 10 pour 100 ou tout au moins d'éviter que leur température descende au-dessous de 10° C.

**Machines dynamo-électriques génératrices sans collecteur.** — Note de M. C. Limb, présentée par M. Lippmann. — Toutes les machines employées jusqu'à ce jour pour transformer l'énergie mécanique en énergie électrique, sous forme de courants alternatifs ou continus, se classent en deux catégories : les magnétos et les dynamos. A part quelques applications restreintes qui ne nécessitent qu'une puissance minime, les premières sont aujourd'hui abandonnées, précisément à cause de leur trop faible puissance massique. Or l'organe *indispensable à toutes les dynamos* est le *collecteur*, tout au moins celui de leur excitatrice, s'il s'agit d'alternateurs, étant bien convenu que l'on ne fera appel qu'à une source d'énergie mécanique. Même le redresseur de la machine de Clarke, ou de ses dérivées, est un collecteur, le plus simple de tous, à la vérité, puisqu'il ne comporte que deux lames isolées électriquement; mais cependant encore un collecteur.

Dans une note récente (1), j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie quelques expériences sur l'auto-excitation des alternateurs au moyen de soupapes électrolytiques. Ces machines, ainsi équipées, constituent des dynamos génératrices, à courants alternatifs, où tout collecteur est absolument supprimé.

Comme les soupapes sur lesquelles elles travaillent donnent des courants redressés, *aussi peu ondulatoires qu'on le désire*, on peut donc considérer également ces machines, au moins au point de vue théorique, comme des génératrices à courant continu, sans collecteur. Ainsi ce merveilleux organe, véritablement découvert et mis au point par le génie de Gramme, cet organe qui, on peut le dire, est seul cause du développement extraordinaire des applications industrielles de l'électricité, deviendrait désormais inutile, au moins théoriquement (je n'ose encore dire pratiquement).

(1) *Comptes rendus*, 18 mai 1908, p. 1014.

Peut-être pourrait-on cependant, sans trop de prétention, prévoir d'ores et déjà la construction de génératrices, même à courant continu, pouvant rendre des services dans la pratique. On sait que la plus grande difficulté dans la construction et dans l'emploi des dynamos puissantes à courant continu réside dans le collecteur et dans les frotteurs ou balais destinés à capter le courant. Les génératrices employées dans les stations centrales, et plus encore dans les usines électrochimiques, génératrices qui débitent plusieurs milliers d'ampères, sont munies de monstrueux collecteurs et d'une véritable armée de balais frotteurs. Pour l'exploitant, l'entretien de ces organes est une préoccupation constante et, pour le constructeur, c'est là toute la difficulté. Il faut en effet, pour éviter les étincelles ou *crachements* aux balais, qui sont la principale cause de leur usure et de la rapide destruction du collecteur, étudier les formes des pièces polaires, l'induction magnétique, fractionner convenablement l'induit, etc., afin d'obtenir une bonne commutation sans étincelles; mais il reste toujours une incertitude à ce sujet, les calculs pratiques sur la commutation étant, il faut l'avouer, encore bien douteux.

Avec notre système, il suffirait de prévoir les soupapes avec des surfaces assez grandes; mais il est mieux encore d'en augmenter le nombre en multipliant les prises de de courant sur l'enroulement induit, fixe de préférence, l'inducteur étant mobile. On augmente ainsi sans difficulté le nombre de phases, ce qui diminue les ondulations du courant redressé. Le résultat est absolument le même, à ce point de vue, que celui qu'on obtient en augmentant le nombre des lames d'un collecteur, c'est-à-dire le fractionnement de l'induit.

Quant aux génératrices à courant continu à très haute tension, 20 000 ou 30 000 volts et même davantage, elles deviennent d'une construction relativement facile, le collecteur étant supprimé. Dans ce cas il faut remplacer une soupape simple par un nombre suffisant de petites soupapes en tension : celles à clapet d'aluminium construites actuellement peuvent retenir jusqu'à 150 volts environ.

J'ai supposé l'emploi de soupapes électrolytiques, mais toute autre pourrait vraisemblablement convenir. C'est en perfectionnant cet organe qu'on obtiendra un rendement satisfaisant, ainsi qu'un bon fonctionnement de ces génératrices sans collecteur.

**La stabilité de l'arc alternatif, fonction du poids atomique des métaux-électrodes.** — Note de MM. C.-E. Guye et A. Bron, présentée par M. A. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus*.)

**Les phénomènes de Bose et les lois de l'électrisation de contact.** — Note de M. Édouard Guillaume, présentée par M. J. Violle. — M. J.-C. Bose (Calcutta) a signalé la propriété suivante (1) :

(1) J.-C. Bose, *Response in the Living and Living*. Calcutta, 1902, et *Journ. de Phys.*, 4e sér., t. I, 1802, p. 481.

Digitized by Google

*Un fil métallique tordu brusquement au sein d'un électrolyte manifeste un phénomène électrique momentané* (réponse électrique) *décelé par un galvanomètre balistique. Si l'on tord le fil plusieurs fois de suite, l'intensité du phénomène diminue; en laissant le fil* se reposer, *les décharges réapparaissent à la torsion.* C'est ce phénomène que M. Bose nomme *la fatigue* de la matière.

Une étude expérimentale m'a conduit aux résultats suivants :

1° Un fil métallique *parfaitement propre*, tordu au sein d'un électrolyte qui ne l'attaque pas, ne donne *aucun* phénomène électrique.

2° Si le métal est altérable (Cu, Zn, etc.), on pourra, en tordant brusquement le fil après l'avoir laissé quelque temps dans l'électrolyte, observer un phénomène électrique momentané. Le fil s'est recouvert d'une mince *couche* grisâtre et :

*a.* La déviation du galvanomètre est toujours *de même sens* quelle que soit la façon dont on tord le fil;

*b.* Pour un même angle de torsion et pour des opérations faites périodiquement, l'arc d'impulsion du galvanomètre est dans certaines limites proportionnel à cette période (phénomène de fatigue);

*c.* Les arcs d'impulsion du galvanomètre sont, pour des opérations faites à des intervalles de temps égaux, dans certaines limites proportionnels aux angles de torsion;

*d.* La proportionnalité des impulsions à celles que donne un phénomène d'induction lorsqu'on fait varier dans une large mesure la résistance du circuit montre que le phénomène de Bose est *une force électromotrice instantanée*, qui peut atteindre un millivolt-seconde.

3° Si le métal est peu altérable (Ag, Pt, etc.) on pourra, en tordant le fil dans l'électrolyte, obtenir néanmoins une force électromotrice instantanée appréciable, en ayant soin de recouvrir le fil d'une *mince couche poreuse* pratiquement inattaquable dans les conditions de l'expérience. Par exemple, un fil d'argent peut être recouvert d'une mince couche poreuse d'iodure d'argent, un fil de platine d'une mince couche de kaolin durci au feu ou d'une mince couche de gélatine. Les déviations du galvanomètre décroissent alors avec leur nombre sans que le repos du fil permette de retrouver les déviations primitives. Le revêtement du fil *se désagrège* sous l'influence de la torsion. Ceci explique le phénomène de *fatigue*.

4° On prévoit la *grandeur relative* et le *signe* de la force électromotrice instantanée par les *règles de l'osmose électrique* de M. J. Perrin.

Le phénomène de Bose se rattache donc, par un mécanisme encore inexpliqué, à des propriétés connues; il est inutile d'attribuer à la matière minérale certaines propriétés de la matière vivante.

***Tout ce qui concerne la Direction et l'Administration, doit être adressé à* M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

***Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à* M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

# BREVETS D'INVENTION

## COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. p. E. s. e.), *de l'Office de Brevets d'invention* Marillier *et* Roselet, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

386 618. — **Galletti.** — *Perfectionnements dans les méthodes pour produire les oscillations électriques* (28 janvier 1908).

386 522. — **Simon.** — *Réveil-matin électrique* (6 janvier 1908).

386 504. — **Berlemont.** — *Dispositif de régulateur pour tubes à rayons X* (12 avril 1908).

386 597. — **Foote.** — *Stéréoscope à éclairage électrique* (27 janvier 1908).

386 494. — **Leder.** — *Jonction électrique pour les joints des rails de chemins de fer électriques* (23 janvier 1908).

386 998. — **Bonardi.** — *Système de transmetteur et de récepteur pour appareils de télégraphie sans fil* (7 février 1908).

387 081. — **Agrell.** — *Appareil de typographie télégraphique* (11 janvier 1908).

387 156. — **Société dite : The New Phonopore Telephone Company Limited.** — *Perfectionnements dans la sélection des signaux électriques* (11 février 1908).

# CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

## ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Le Triphasé.** — *Assemblée générale du 11 juin 1908.* — Ainsi que nous vous le faisions prévoir l'an dernier, les résultats de cet inventaire sont supérieurs au précédent, et les nouvelles affaires traitées nous assurent, pour les années prochaines, des résultats encore plus satisfaisants.

Nous avons notamment obtenu la concession de la commune d'Argenteuil et y distribuerons surtout la force motrice.

| | | |
|---|---|---|
| Nos recettes d'exploitation qui étaient l'année dernière de. . . . . | 1 780 704,75 | |
| ont été cette année de. . . . . | 2 063 666,80 | |
| Soit une augmentation de. . . . . | | 282 962,05 fr. |
| Les dépenses d'exploitation qui étaient de. . . . . | 770 035,25 | |
| se sont élevées cette année à. . . . | 907 290,20 | |
| Soit une augmentation de. . . . . | | 137 254,95 |
| Le produit net qui était l'année dernière de. . . . . | 1 010 649,50 | |
| est cette année de. . . . . | 1 156 376,60 | |
| Soit une augmentation de. . . . . | | 145 727,10 fr. |

Nous passerons maintenant en revue les principaux articles de notre bilan et du Compte de Profits et Pertes, que vous trouverez ci-après :

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Les travaux neufs ont augmenté de. . . . . provenant de l'augmentation de l'Usine centrale, du développement du réseau et des installations à Argenteuil. | 553 592,45 fr. |
| Le compte Valeurs en portefeuille a augmenté de. . versement du premier quart sur actions souscrites à la Compagnie Parisienne de distribution d'électricité. | 911 750 » |

Digitized by Google

| | |
|---|---|
| Le compte Magasin a diminué de. . . . . les câbles en approvisionnement l'an dernier ayant été posés pendant l'exercice. | 114 598,95 |
| Le compte Débiteurs banquiers et divers est en diminution de. . . . . | 351 046,45 |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Le compte Obligations est en diminution de. . . . . montant de 264 obligations remboursées conformément au tableau d'amortissement. | 132 000 fr. |
| Le compte Créanciers divers est en augmentation de. | 1 607 100,90 |
| La somme de. . . . . figurant sous la rubrique *coupons d'obligations* représente la portion courue au 30 avril sur le prochain coupon de nos obligations, plus les coupons antérieurs non encore réclamés. | 111 007,75 |
| Le total de l'amortissement, après répartition des bénéfices, sera de. . . . . | 3 012 899,60 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

| | |
|---|---|
| Les produits nets de l'exploitation s'élèvent à. . . . . | 1 156 576,60 fr. |
| dont à déduire pour jetons, tantièmes, gratifications, intérêts, prime de remboursement sur obligations amorties et perte sur matériel revendu. . . | 394 176,40 |
| Il reste un bénéfice net de. . . . . | 762 200,20 |
| Le Conseil a jugé devoir porter à l'amortissement. . | 509 568,60 |
| Il reste un solde créditeur de. . . . . | 252 631,60 fr. |

que nous vous proposons de répartir comme suit :

| | |
|---|---|
| *Réserve légale* : 5 pour 100. . . . . | 12 631,60 |
| *Dividende* : 4 pour 100 aux actionnaires. . . . . | 240 000 » |
| Total égal. . . . . | 252 631,60 fr. |

Nous vous proposons de décider que les sommes inscrites au Compte d'amortissement font partie du fonds de roulement de la Société.

BILAN AU 30 AVRIL 1908

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Compte de premier établissement. . . . . | 12 726 271,60 fr. |
| Réseau. . . . . | 1 345 678 » |
| Matériel divers. . . . . | 95 748,55 |
| Installation Argenteuil. . . . . | 94 921,60 |
| Cautionnements. . . . . | 18 581,65 |
| Valeurs en portefeuille. . . . . | 3 144 250 » |
| Magasins, existences à l'inventaire. . . . . | 171 522,15 |
| Prime de remboursement sur obligations. . . . . | 312 160 » |
| Caisse, espèces. . . . . | 3 482,15 |
| Débiteurs banquiers et divers. . . . . | 1 380 747,80 |
| Total. . . . . | 19 296 365 50 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital. . . . . | 6 000 000 » fr. |
| Obligations. . . . . 8 000 000 | |
| — moins remboursements. . . . 196 000 | 7 804 000 » |
| Amortissements. . . . . | 3 012 899,60 |
| Réserve légale. . . . . | 88 421,15 |
| Créanciers divers. . . . . | 2 016 405,40 |
| Coupons d'obligations. . . . . | 111 007,75 |
| Obligations sorties non présentées au remboursement. | 11 000 » |
| Profits et pertes : | |
| Bénéfice de l'exercice 1907-1908 après amortissement. . . . . | 232 631,60 |
| Total. . . . . | 19 296 365,50 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

| | |
|---|---|
| Jetons des administrateurs (4 pour 100 sur les produits nets). . . . . | 46 255,10 fr. |
| Rémunération des commissaires des comptes. . . . | 1 000 » |
| Tantièmes des directeurs et gratifications au personnel. . . . . | 62 582,45 |
| Intérêts des obligations. . . . . 332 695 » | |
| Dont à déduire : Intérêts divers. . . 93 237,80 | 259 457,20 |
| Prime de remboursement sur obligations amorties. | 5 280 » |
| Perte sur matériel revendu. . . . . | 19 601,65 |
| Amortissement. . . . . | 509 568,60 |
| Solde créditeur. . . . . | 252 631,60 |
| Total. . . . . | 1 156 376,60 fr. |

| | |
|---|---|
| Recettes de l'exploitation. . . . . | 2 063 666,80 fr. |
| Dépenses de l'exploitation. . . . . | 907 290,20 |
| Produits nets de l'exploitation. . . . | 1 156 376,60 fr. |

En vertu de l'article 18 des statuts, vous avez à procéder au renouvellement partiel du Conseil d'administration.

Le sort a désigné comme membre sortant : M. d'Estournelles de Constant.

Les administrateurs sont toujours rééligibles.

En exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, nous avons l'honneur de vous rendre un compte spécial de l'exécution, pendant l'exercice écoulé, des marchés et entreprises passés par notre Société avec d'autres Sociétés, dont certains de ses administrateurs font en même temps partie, conformément aux autorisations données dans les assemblées générales précédentes.

Notre Société a fourni au Secteur de Clichy une partie, au Nord-Lumière et à l'Électrique de Montmorency le total de l'énergie électrique nécessaire à leurs exploitations. Elle a acheté à la Société alsacienne de constructions mécaniques divers appareils.

Nous vous demanderons aussi de décider que les membres du Conseil faisant partie d'autres Sociétés soient autorisés à traiter des affaires avec nous au nom de ces Sociétés pendant le prochain exercice.

Vous aurez également à désigner un Commissaire des comptes pour l'année 1908-1909, ainsi qu'un Commissaire suppléant.

Résolutions. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui du commissaire, approuve le bilan et les comptes de l'exercice 1907-1908.

| | |
|---|---|
| Elle décide de porter à la réserve légale. . . . . | 12 631,60 fr. |
| et de distribuer 4 pour 100 aux actionnaires soit. . . | 240 000 » |
| Total.. . . . . | 252 631,60 fr. |

2° Le dividende sera payé à partir du 25 juin aux caisses désignées pour le dépôt des titres, sous déduction des impôts de finance et sur présentation du coupon n° 8, à raison de : 18,20 fr net par action au porteur, et 19,20 fr par action au nominatif.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au Compte Amortissement font partie du fonds de roulement de la Société et peuvent être employées en valeurs de portefeuille.

4° L'Assemblée nomme administrateur, pour une durée de six ans, M. d'Estournelles de Constant, qui accepte.

5° L'Assemblée donne à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres Sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées par ces Sociétés.

6° L'Assemblée nomme, pour l'année 1908-1909, Commissaire des comptes M. Ernest Trapp, et Commissaire suppléant M. Joseph Baur.

Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de Commissaire, il recevrait la rémunération allouée au Commissaire.

L'Assemblée fixe la rémunération du Commissaire des comptes à 700 fr, et celle du Commissaire suppléant à 300 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

62393. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 400. 25 Août 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Contrôle des distributions d'énergie électrique. — Concours de perforatrices. — Séparateurs magnétiques. Les brevets concernant l'électricité. — Utilisation de la tourbe en Irlande. — Transport électrique des lettres. — La téléphonie en Amérique. — Utilisation des chutes de Trollhättam. — Cuisine et chauffage électriques. — Blanchiment électrique des farines . . . . . 361

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Chamonix. Eget. Saint-Étienne. Tourcoing . . . . . 364

LIGNES A HAUTE TENSION EN FIL DE FER GALVANISÉ. **G. Viel**. . . . 365

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS RELATIVES A LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES CORPS. — PHÉNOMÈNES QUI PEUVENT INFLUENCER CETTE CONDUCTIBILITÉ. **Jean Escard**. . . . . 367

SOCLES MÉTALLIQUES POUR POTEAUX EN BOIS. **F. L.** . . . . . 372

PROCÉDÉ DE PRÉPARATION DU PROTOXYDE DE SILICIUM AU FOUR ÉLECTRIQUE. **E. Masselon**. . . . . 374

LES FREINS DE TRAMWAYS (*Suite et fin*). **Henry**. . . . . 376

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — Société de Construction électrique de Lyon. — Compagnie de l'Industrie électrique de Genève. — Charbonneaux et Cie. — Centore et Marty. . . . . 378

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 6 juillet 1908* : Le phénomène de Bose-Guillaume et l'électrisation de contact, par **J. Perrin**. . . . . 383

BIBLIOGRAPHIE. — Le passé, le présent et l'avenir de la Télégraphie sans fil, par E. GUARINI. — Les merveilles de l'électrochimie, son avenir au Pérou, par E. GUARINI. . . . . 383

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale* : Union anversoise de Tramways. . . . . 384

BREVETS D'INVENTION. . . . . 384

## INFORMATIONS

**Contrôle des distributions d'énergie électrique.** — Sont chargés du contrôle des distributions d'énergie électrique :

*Ingénieurs* : les ingénieurs chargés du service de la voirie, dans les limites de leurs arrondissements respectifs.

*Agents du contrôle* : les agents subdivisionnaires, chargés du même service, dans les limites de leurs subdivisions respectives.

EURE-ET-LOIR. — Ingénieur : M. Allaire, inspecteur breveté des postes et des télégraphes à Paris. — Agent du contrôle : M. Feldtrauer, conducteur des ponts et chaussées à Anet.

ALPES-MARITIMES. — Ingénieurs : MM. Hugron, ingénieur des postes et télégraphes à Marseille; Houël, ingénieur des ponts et chaussées à Nice. — Agents du contrôle : MM. Relier, sous-ingénieur des ponts et chaussées à Puget-Théniers; Israël, conducteur des ponts et chaussées au Bar.

VAR. — Ingénieur : M. Hugron, ingénieur des postes et des télégraphes à Marseille. — Agent du contrôle : M. Wallart, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées à Draguignan.

**Concours de perforatrices.** — Le gouvernement du Transvaal, d'accord avec la Chambre des mines de ce pays, a décidé de procéder à un concours pour perforatrices de mines, quel que soit leur système. Ces machines doivent pouvoir travailler dans les conditions des mines du Transvaal et être munies de dispositifs empêchant la production des poussières.

Deux prix, de 100 000 et 25 000 fr, seront délivrés aux perforatrices ayant le meilleur fonctionnement. Le concours commencera en 1909 et aura une durée de six mois.

Les fabricants qui voudraient prendre part à ce concours, doivent adresser une demande, avec description détaillée de leur système de machines avant la fin de l'année. On peut obtenir des renseignements en s'adressant à *The Secretary stope drill Competition, Transvaal Chamber of Mines, Johannesburg*.

F. L.

**Séparateurs magnétiques de la fosse Brüderbund à Eisern.** — Le *Glückauf*, organe d'un grand nombre de Sociétés de métallurgistes allemands, signale, dans son numéro du 28 avril, qu'on a entrepris, dans le Siegerland, l'enrichissement de minerais de fer (Spateisenstein) au moyen de séparateurs magnétiques. La fabrique de machines Humbold a fourni ces séparateurs à l'installation la plus grande et la plus nouvelle, celle du puits Brüderbund à Eisern, qui traite journellement 60 tonnes de minerai.

On traite par le nouveau procédé les anciens résidus, très importants, qui ont encore une teneur notable en fer. On traite également les morceaux durs qui avaient été rejetés anciennement des fours à griller, malgré leur teneur de 30 pour 100 en fer, ainsi que des minerais très durs.



Digitized by Google

Les nouvelles installations ont été faites à cause du manque d'eau, de la crainte du gel des produits mouillés pendant le transport, du manque de place et de la possibilité d'utiliser les poussières de minerais.

Au moyen d'un monte-charge le minerai est amené dans un récipient. De là il est transporté mécaniquement à un tambour crible qui le classe en morceaux de plus de 30 mm et en morceaux de 0 à 6, 6 à 15 et 15 à 30 mm.

Les morceaux de plus de 30 mm sont amenés à une table tournante sur laquelle restent les minerais purs et on enlève les morceaux qui ne sont pas bien grillés, ou même pas du tout grillés, car le minerai qui n'est pas grillé à fond est très peu magnétique, de sorte qu'il n'est pas attiré par le séparateur et va aux résidus.

Les morceaux provenant de la table sont portés dans un concasseur et de nouveau envoyés au récipient supérieur.

Pour les morceaux de 15 à 30 mm, un triage à la main serait par trop coûteux, ils sont concassés et, envoyés au récipient supérieur.

Les morceaux plus fins de 0 à 6 et de 6 à 15 mm se rendent chacun à un séparateur.

Ces séparateurs sont d'une construction très simple, leurs parties principales sont un tambour en matière non magnétique et un séparateur ou tambour magnétique formé de barreaux de fer, qui dès qu'ils se trouvent dans le champ magnétique sont aimantés par influence. Le tambour récepteur, qui est animé de la même vitesse que le tambour magnétique, amène le minerai dans le champ magnétique. Pendant que les morceaux non magnétiques (la gangue) tombent, ceux magnétiques (le minerai pur) sont attirés par le tambour magnétique et ne tombent que quand ils ne sont plus soumis à l'action du champ magnétique.

Comme les morceaux de minerai encastrés dans leur gangue sont moins magnétiques et tombent plus vite que le minerai pur, on peut diviser les parties triées en deux, l'une constituant le minerai pur et l'autre un produit moins pur, qui est traité à nouveau.

Une condition essentielle pour le bon travail du séparateur est une arrivée uniforme des produits à traiter, ce qui est réalisé mécaniquement.

Au puits Brüderbund on emploie deux séparateurs, l'un pour les morceaux de 0 à 6 mm, l'autre pour les morceaux de 6 à 15 mm. Le minerai pur obtenu contient 56 pour 100 de fer et de manganèse. Le minerai impur sortant du séparateur est finement concassé pour être ensuite traité dans un séparateur spécial.

En tout pour les 60 tonnes de minerai brut traitées journellement, ayant une teneur de 30 pour 100 de minerai pur, on obtient 29 tonnes de minerai pur ayant une teneur moyenne de 54 pour 100 de fer et de manganèse.

La puissance absorbée par l'installation est de 33 kw environ, es moteurs sont actionnés par l'électricité. L'excitation des électro-aimants des séparateurs exige un courant de 15 A sous 70 v, soit 1,05 kw.

Les frais d'exploitation pour 60 tonnes traitées en dix heures s'élèvent :

| | |
|---|---|
| Salaires | 60,00 fr. |
| Énergie motrice | 28,75 |
| Graissage et réparations | 8,15 |
| Intérêts et amortissement, etc. | 40,60 |
| Frais généraux | 5,00 |
| Total | 142,50 fr. |

Dans une telle préparation, on doit bien veiller à ce que le minerai ne soit pas divisé en morceaux plus petits qu'il ne le faut pour la séparation, autrement on devrait, pour pouvoir les traiter ultérieurement les mettre sous la forme de briquettes, et il faudrait alors les réduire à moins de 1 mm; on aurait bien, en employant des morceaux très fins, un rendement de minerai pur plus élevé, mais les frais supplémentaires seraient par trop grands (le minerai reviendrait à 50 fr de plus environ, tandis que les frais supplémentaires s'éleveraient à plus de 110 fr). F. L.

**Les brevets concernant l'électricité.** — L'*Elektrochemische Zeitschrift* donne un tableau indiquant pour chaque pays le nombre de brevets concernant l'électricité, accordés de 1904 à 1906 à des personnes qui y sont domiciliées :

| | |
|---|---|
| Amérique | 2 050 brevets. |
| Angleterre et colonies | 750 — |
| Allemagne | 700 — |
| France | 400 — |
| Autriche | 180 — |
| Italie | 130 — |
| Hongrie | 120 — |
| Suisse | 90 — |
| Belgique | 90 — |
| Suède | 90 — |
| Danemark | 90 — |
| Espagne | 35 — |
| Australie | 35 — |
| Norwège | 30 — |
| Portugal | 15 — |
| Total | 4 805 brevets. |

En fait il a été accordé beaucoup plus de brevets concernant l'électricité dans les divers pays, mais comme les brevets accordés à des étrangers ne sont que la répétition de brevets accordés dans d'autres pays, le tableau ci-contre donne bien à peu près le nombre de brevets différents accordés.

Les brevets accordés en Russie ne sont pas compris dans cette liste, car ils ne sont guère publiés que trois ou quatre ans après leur dépôt. F. L.

**Utilisation de la tourbe en Irlande** (*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 10 mai). — D'après un projet présenté à la Chambre des députés d'Angleterre, on doit installer une usine centrale pour le transport de l'énergie dans quatre comtés irlandais, dans le voisinage de Dublin.

Le pays, d'une surface totale de 3650 km², contient 1200 km² de tourbières et on pourra livrer l'énergie au prix de 1/2 centime par kw-h. Le capital de la Société exploitante est de 450 000 livres sterling, partagé en actions de 1 livre. La centrale sera installée à Grand-Canal, près de Robertson, où se trouve une tourbière de 200 hectares de superficie et 7,5 m d'épaisseur. Cette tourbière suffira pour la production d'environ 11 000 poncelets pendant cinquante ans. Une autre tourbière de 280 hectares pourra fournir 26 000 poncelets pendant trente-trois ans. L'usine de Robertson aura d'abord une puissance de 15 000 kw et comprendra 5 moteurs à gaz de 5000 kw; 7000 kw seront absorbés par des fabriques d'électrochimie.

La tourbe contient 25 pour 100 d'eau et sera séchée à l'air. Les frais d'extraction s'élèveront à 3,60 fr par tonne, mais ils seront compensés et au delà par le produit de la vente des produits secondaires.

**Transport électrique des lettres** (*Electrotechnische Zeitschrift* du 30 avril). — L'administration des postes de Berlin a l'intention de relier l'un des bureaux centraux avec les diverses gares de chemin de fer, au moyen d'un petit chemin de fer électrique souterrain destiné au transport des lettres.

Quand la ligne sera complètement terminée, elle formera une boucle et reviendra aboutir au bureau central. Actuellement à titre d'essai on va installer une ligne entre le bureau central et la gare de Potsdam; les pourparlers entre l'administration et la ville de Berlin qui doit donner les autorisations nécessaires ont abouti.

Le tunnel dans lequel seront installées les deux voies, se trouvera immédiatement au-dessous du pavage des rues; à la rencontre d'égouts, il passera au-dessous de ces derniers.

Ce tunnel aura une largeur de 1,80 m et une hauteur de

Digitized by Google

0,75 m. Les voies auront une largeur de 410 mm chacune et entre elles un fossé sera creusé, de manière à ce qu'un homme courbé puisse visiter le tunnel.

Les trains électriques, dépourvus naturellement du personnel, comprendront une locomotive pouvant remorquer jusqu'à quatre voitures, la traction sera assurée par du courant triphasé; la vitesse sera de 40 km:h; les trains pourront se suivre à intervalles de 1,5 minute. Au-dessus de chaque voie seront disposés deux rails conducteurs du courant, qui dans le tunnel se trouveront à environ 0,5 m au-dessus de la voie et dans les bâtiments de la poste à 2 m au-dessus, les tiges de prise de courant auront 2,1 m de longueur. Les locomotives auront deux essieux et seront munies chacune de deux moteurs, les voitures seront à un seul essieu; les voitures, munies de couvercle, pourront contenir chacune un grand sac de lettres. Le courant triphasé à faible fréquence sera fourni par une commutatrice. F. L.

**La Téléphonie en Amérique** (*The Electrician*, n° 61). — D'après le rapport annuel de la Société Bell, le nombre de postes installés par elle aux États-Unis et au Canada était de :

| | | |
|---|---|---|
| Au 1er Janvier | 1899. . . . . | 465 180 |
| — | 1900. . . . . | 800 880 |
| — | 1907. . . . . environ | 3 000 000 |
| — | 1908. . . . . | 3 859 000 |

Plus de 30 000 localités sont reliées par des lignes aériennes et peuvent communiquer entre elles. En 1907 le nombre des conversations a été au total de 5997 millions, le nombre des employés de 88 274. L'excès des recettes a été de 25 millions, dont 21 millions ont été distribués comme dividende. F. L.

**Utilisation des chutes de Trollhättan (Suède)** (*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 23 avril, n° 17). — On construit actuellement l'usine, qui sera terminée en 1909 ou 1910. Cette dernière contiendra 8 groupes de 7500 poncelets et 3 unités de 375 poncelets pour l'excitation. Chacun des grands groupes comportera en outre une excitatrice couplée directement. Les 8 alternateurs triphasés construits par la *Allmänna. Svenska Elektriska Aktiebolaget* de Westeras seront à 10 000 v, 25 périodes, et auront une vitesse angulaire de 187 t:m. La tension des excitatrices sera de 220 v, une batterie d'accumulateurs servira de secours.

La distribution dans Trollhättens et ses environs immédiats aura lieu à la tension de 10 000 v, et pour la distribution à longue distance la tension sera élevée à 50 000 volts. On utilisera des poteaux jumelés en fer, qui supporteront deux lignes de trois conducteurs chaque; ces poteaux seront distants de 200 m, un poteau sur cinq sera renforcé.

Les chutes, l'usine et les lignes appartiennent à l'État suédois. D'autres petites chutes du même fleuve (Göta Alf) ont été également achetées par l'État. On a pu ainsi utiliser le lac de Väner comme régulateur. L'ensemble des chutes disponibles a une puissance de 150 000 poncelets.

Le plus gros client de l'usine sera la ville de Gothenbourg qui a signé une convention avec l'État pour la fourniture du courant. D'après cette convention la ville doit payer à l'État, pour l'énergie utilisée, une première somme annuelle pour chaque kw utilisé pendant l'année, et ensuite une somme supplémentaire de 0,682 centime pour chaque kw-h consommé. La première somme est de 50 couronnes par kw pendant toute la durée du contrat pour la puissance qu'absorbe la ville jusqu'au 1er avril 1908, ou qu'elle a promis d'utiliser jusqu'à un maximum de 7000 kw.

Pour chaque kw en surplus, jusqu'à un maximum de 14 000 kw, la somme fixe est de 57,5 couronnes. La ville s'est engagée à partir de 1910 à utiliser au moins 5000 kw. Le contrat a une durée de vingt ans, et la ville s'est réservé le droit de le prolonger de deux périodes de dix ans. Le courant doit être livré à une tension de 6000 v aux portes de la ville.

En outre, on projette d'installer de grandes usines de produits chimiques à Trollhätten ou dans ses environs. Plus tard 15 000 poncelets seront utilisés pour la traction électrique projetée dès chemins de fer. F. L.

**Cuisine et chauffage électrique** (*The Electrician*, vol. 59). — Par suite de la difficulté de s'approvisionner de charbon, d'une part, et de la commodité et de la propreté de la cuisine électrique, deux hôtels de montagne, celui de Moserboden, dans le Tyrol, et celui de la Mer de Glace (3000 m au-dessus de la mer), à la Jungfrau (en Suisse), n'emploient depuis quelque temps que ce dernier système et ils en sont très satisfaits. Les appareils ont été fournis et installés par la fabrique Elektra à Wädenswil (Suisse).

A l'hôtel Moserboden l'installation électrique est à courant continu à 120 v, et comporte deux cuisines électriques et un chauffage central à eau, desservant tout l'hôtel. La puissance totale est de 93,4 kw, y compris le chauffage direct de tous les locaux.

La plus petite cuisine a une chaudière pour la soupe et la viande, une autre pour la cuisson des pommes de terre et des foyers. La chaudière pour la soupe, d'une contenance de 60 litres, est chauffée par les côtés et par-dessous et absorbe suivant le mode de couplage 1 à 2 kw. L'eau nécessaire provient de la canalisation d'eau chaude, de sorte que 30 minutes suffisent pour la faire bouillir.

La chaudière en cuivre pour les pommes de terre a une contenance de 44,5 litres; le couvercle en fonte avec soupape de sûreté est fixé au moyen de 6 vis. La puissance absorbée est de 1 kw, la pression dans la chaudière de 1,5 kg:cm; le temps nécessaire pour amener l'eau à l'ébullition est de 10 minutes.

Le foyer muni de 7 plaques de chauffage absorbe une puissance de 11,2 kw.

La grande cuisine comporte deux rôtissoires; le foyer absorbe 16,2 kw, il y a en outre un grilloir pour café absorbant 1 kw.

Le poêle pour le chauffage central comporte quatre chaudières, chacune de 500 litres. La consommation de l'eau par heure est en moyenne de 230 litres, nécessitant 24 kw-h. La puissance est de 36 kw. Cette installation d'eau sert en somme de régulateur, absorbant plus ou moins d'énergie suivant que les cuisines sont arrêtées ou en fonctionnement.

La chambre à laver contient une grande cuve absorbant 5 kw, plusieurs fers à repasser et une machine à calendrer.

L'hôtel est chauffé au moyen de poêles en porcelaine. Dans la salle à manger, le poêle est constitué par 28 éléments absorbant ensemble 8,4 kw. Le bureau, la salle de lecture et le vestibule ont des poêles de 1,2, 1,4 et 2,4 kw, tandis que dans les chambres à coucher, suivant leurs dimensions, sont installés des poêles de 0,6 à 1,8 kw. Chaque poêle est muni d'interrupteurs et d'appareils de sécurité et peut être amené à 3 degrés de température différents. La durée du chauffage pour obtenir la température voulue est de deux heures environ.

A l'hôtel de la Mer de Glace (Jungfrau), l'installation de chauffage sert principalement pour préparer rapidement de grands dîners, de sorte qu'un repas de 4 à 5 plats pour 60 personnes et même pour 120, peut être préparé dans des intervalles de temps assez courts. Les cuisines sont analogues à celles décrites.

Un réservoir de 225 litres, qui contient de l'eau maintenue constamment à une température de 80 à 90°, permet d'avoir en quelques minutes de l'eau bouillante pour la cuisine, car on a souvent des commandes pressées.

L'énergie pour cette installation est fournie à la tension de 125 v, par le secondaire d'un transformateur de 60 kw bran-

Digitized by Google

ché sur les lignes aériennes desservant le chemin de fer de la Jungfrau. La charge moyenne n'est que de 50 kv-a.

Les dérangements sont très rares, et dans ce cas on n'a qu'à remplacer les éléments abîmés, ce qui peut se faire très rapidement. F. L.

**Blanchiment électrique des farines** (*Houille blanche*, numéro de juillet 1908). — Le blanchiment des farines étant dû à l'action de certains gaz, on s'est efforcé de produire ces gaz d'une façon industrielle, soit par voie chimique, soit par voie électrique. Les procédés électriques sont fondés sur la propriété que possède une décharge électrique continue de transformer l'air en ozone, acide nitreux ou nitrique, bioxyde ou peroxyde d'azote, tous oxydants énergiques capables de détruire les matières colorantes de la farine. Il y a deux procédés électriques.

1° L'appareil Alsop permet d'obtenir des décharges électriques au moyen d'arcs intermittents. Dans deux cylindres se trouvent des électrodes mobiles et des électrodes fixes, pouvant, au moyen d'un balancier et de tiges articulées, être mises en contact entre elles. Lorsqu'elles s'écartent, un arc se forme et les produits gazeux qui résultent de la transformation de l'air contenu dans le cylindre où se passe le phénomène, sont aspirés par une pompe qui les refoule dans un tambour, où ils entrent en contact avec la farine. Pour obtenir un arc très long, on intercale dans le circuit de la dynamo une bobine de self qui sert en même temps de résistance préservatrice contre un court-circuit franc au moment où les électrodes entrent en contact. Comme la résistance de l'arc augmente avec l'écartement des électrodes, le courant qui traverse la bobine de self diminue et y développe un flux variable qui induit dans cet enroulement une force électromotrice de self-induction de même sens que le courant primitif, ce qui augmente la tension aux bornes de l'arc; tension nécessaire 300 v.

2° L'appareil Teisset-Mors diffère du précédent en ce qu'il utilise l'étincelle de rupture au lieu de l'arc. Le dispositif se compose d'une caisse à l'intérieur de laquelle passe un arbre portant deux paires de croisillons décalés de 45° et reliés par les barres métalliques tournantes. Ces dernières viennent en contact avec des lames qu'elles abandonnent ensuite. Un courant arrive à l'un des paliers de l'arbre et est distribué dans toutes les barres. Lorsque les barres touchent les lames, les circuits de ces dernières se ferment, lorsqu'elles les quittent, des étincelles jaillissent de chaque lame. Une bobine de self dans le circuit de chaque lame renforce les étincelles. L'air envoyé dans la caisse s'y transforme comme il est dit ci-dessus, puis est refoulé dans le tambour contenant la farine.

Pour blanchir 100 à 150 quintaux par jour, il faut 1000 à 1200 étincelles par minute, ce qui correspond à 2 watts. Tension nécessaire 110 à 150 volts. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Chamonix (Haute-Savoie).** — *Chemin de fer électrique.* — Depuis le 1er juillet la ligne électrique française du Fayet-Saint-Gervais à Argentière est reliée à la ligne suisse du Châtelard à Martigny par la mise en exploitation du tronçon d'Argentière au Châtelard; c'est l'achèvement complet du chemin de fer électrique qui permettra, dorénavant, aux touristes de faire un circuit fermé du Fayet-Saint-Gervais et Chamonix à Martigny et Saint-Maurice en Suisse, pour revenir par Évian, Thonon et Genève. On sait le succès dont jouit, auprès des touristes alpins — et chaque année ils sont plus nombreux — la ligne électrique du Fayet; il est impossible de rêver une vision plus grandiose que celle du panorama de la vallée de l'Arve, que suit la voie électrique, en s'élevant vers Chamonix, jusqu'au pied du Mont-Blanc. A travers les vastes baies des wagons à plates-formes, spécialement disposées pour leur permettre de jouir du paysage immense et chaotique qui se déroule pendant plus d'une heure devant eux, les voyageurs — dans un train qui ne fait ni poussière ni fumée — contemplent, sans fatigue, les premières assises et les glaciers du géant des Alpes.

**Eget (Hautes-Pyrénées).** — *Traction électrique.* — Ce qui constitue l'originalité du projet d'ensemble que les Chambres viennent d'adopter à propos de la création, dans le département des Hautes-Pyrénées, de nouvelles lignes de chemin de fer, c'est la construction de deux grandes usines génératrices d'énergie électrique destinées à fournir la force motrice aux lignes déjà existantes dans la région de la Compagnie du Midi.

C'est là un des plus grands progrès qui ait encore été réalisé en France en matière de transport ou de locomotion.

La première de ces usines sera construite dans la vallée de la Mesle à Eget dans les Hautes-Pyrénées. Un canal de 6 kilomètres conduira à l'usine les eaux de la vallée d'Aure accumulées, au moyen d'un barrage, dans le « bassin d'Oule » d'une superficie de plus de 2000 hectares. La chute d'eau, y compris les conduites forcées, sera de 750 mètres.

La seule dépense de l'usine d'Eget s'élèvera à 3 370 000 fr soit 1 650 000 fr à la charge de la Compagnie du Midi et 1 720 000 fr à la charge de l'État.

La puissance des chutes d'eau utilisées sera telle que les usines, après avoir actionné les voies ferrées, disposeront encore pour l'industrie privée de quantités considérables d'énergie électrique.

Enfin, l'usine d'Eget, où sont amenées toutes les eaux de la vallée d'Aure, les renverra, après s'en être servie, dans le canal de la Neste, qui va sur le plateau de Lannemezan alimenter en éventail les cours d'eau et rivières de tous les départements voisins.

**Saint-Étienne.** — *Traction électrique.* — Les études préliminaires pour l'installation d'une ligne de tramway électrique, reliant Saint-Étienne à Annonay, sont sur le point d'être terminées.

Le système de traction électrique choisi étant celui à unités multiples permettra de gravir rapidement et économiquement les rampes très accentuées de cette ligne. Les voitures, chauffées électriquement en hiver, pourront être transformées en voitures ouvertes pendant la belle saison.

**Tourcoing (Nord).** — *Station centrale.* — L'agglomération industrielle qui s'étend entre Lille, Roubaix et Tourcoing, est une des plus importantes qui soit dans le monde entier. Or, chose curieuse, elle est restée jusqu'à ces derniers temps privée de distribution importante d'énergie électrique. Les usines génératrices d'électricité s'y réduisaient à de faibles unités, alimentant des établissements isolés ou des régions de périmètre réduit. Cette situation paradoxale a disparu aujourd'hui; l'immense ville que constitue, en réalité, l'ensemble des trois cités et de leurs dépendances est aujourd'hui desservie par une gigantesque entreprise de distribution d'énergie électrique, l'*Énergie électrique du Nord*. La station centrale est à Wasquehal, près de Roubaix; sa puissance sera sous peu de 26 250 poncelets fournis par 7 alternateurs qu'alimentent des turbines à vapeur. Ces groupes turbo-alternateurs fourniront du courant triphasé à 50 périodes et à 10 000 v. Cette tension sera abaissée par des transformateurs aux points d'utilisation.

Digitized by Google

# LIGNES A HAUTE TENSION

## EN FIL DE FER GALVANISÉ

Il arrive fréquemment qu'entre une usine génératrice et le centre principal de distribution se trouvent échelonnés un certain nombre de postes de transformation intermédiaires peu importants et situés à courte distance de la ligne principale.

Bien que la chute de tension admise pour relier ces postes à la ligne conduise à l'emploi de fils de cuivre de très faible section, on ne descend pas pratiquement, par mesure de sécurité, ainsi que pour satisfaire aux règlements en vigueur, au-dessous d'un diamètre de 3 mm.

Nous avons pensé qu'on pourrait économiquement substituer au cuivre, dans ces cas particuliers, le fer sous forme de fils galvanisés. Nous allons donner quelques règles pratiques permettant de déterminer dans le plus grand nombre de cas quand cette substitution est possible et à quel moment il faut y renoncer.

Si nous prenons par exemple le fil de fer galvanisé de 4 mm de diamètre, résistivité 11,65 microhms-cm à 0°, dont se sert l'Administration des postes et télégraphes, et si nous lui comparons un fil de cuivre dur de même section, d'une conductibilité de 97 pour 100, nous voyons qu'à zéro la résistivité du fer est 7,5 fois plus grande que celle du cuivre. Avec du courant continu la chute de tension sera également 7,5 fois plus grande. Ce rapport varie peu aux températures de régime habituelles ; le coefficient de temps du fer étant 0,00434, celui du cuivre 0,00152, à 15°, le rapport des résistivités serait de 7,65. Dans le cas de courant alternatif, on sait qu'il résulte de l'inégale répartition du courant dans le conducteur un accroissement de résistance donné par la formule :

$$\frac{R \text{ altern.}}{R \text{ cont.}} = 1 + \frac{1}{12}\left(\frac{2\pi n l \mu}{10^9 Rc}\right)^2 - \frac{1}{180}\left(\frac{2\pi n l \mu}{10^9 Rc}\right)^4 + \cdots$$

$\mu$, étant la perméabilité supposée constante du conducteur. L'expression dans le cas du cuivre ($\mu = 1$) est facile à calculer; il n'en est pas de même dans le cas du fer où $\mu$ varie suivant le rayon et l'intensité, ces variations déterminant pour chaque régime une répartition différente du courant.

La même difficulté se présente dans le calcul de l'inductance d'une ligne en fer.

On sait que dans le cas d'une ligne à deux fils le coefficient de self-induction est donné par la formule :

$$L = 2l\left(2\mu' \log_e \frac{a}{r} + \frac{\mu}{2}\right),$$

$\mu'$, étant la perméabilité du milieu;
$\mu$, celle du métal constituant le fil;
$a$, l'écartement des fils;
$r$, le rayon des fils.

Là encore $\mu$ est inconnu et variable. Tout au plus pourrait-on lui donner une valeur moyenne déduite de l'expérience pour chaque valeur de $I$.

Il a donc fallu recourir à la méthode expérimentale. Les chutes de tension sur une ligne en fer et une ligne en cuivre ont été déterminées sur deux lignes de même longueur et de même section installées de la même façon. Nous en avons déduit les coefficients par lesquels il faut multiplier la perte dans le cas du cuivre pour avoir la perte correspondante d'une ligne en fer.

La ligne d'essai avait 1058 m de longueur. Elle était installée comme le représente la figure 1. Elle comprenait trois fils de cuivre dur de 97 pour 100 de conductibilité, section 12,56 mm², résistivité 1,646, diamètre 4 mm, résistance à la rupture 45 kg : mm² ; et trois fils de fer de section 13,1 mm², résistivité 11,2 microhms-cm, diamètre 4,1 mm compris galvanisation, résistance à la rupture 37 kg : mm², provenant de la Compagnie des Tréfileries du Havre et répondant au cahier des charges des Postes et Télégraphes du 29 décembre 1900. Les résistances ohmiques de chaque fil étant connues, on mettait en court-circuit les fils de fer, puis les fils de cuivre à l'une des extrémités de la ligne, et on mesurait à l'autre extrémité le décalage au moyen d'un wattmètre, la différence de potentiel et l'intensité du courant. Ces essais faits à un certain nombre d'écartements, de fréquences et de régimes différents, ont permis de dresser des courbes des valeurs :

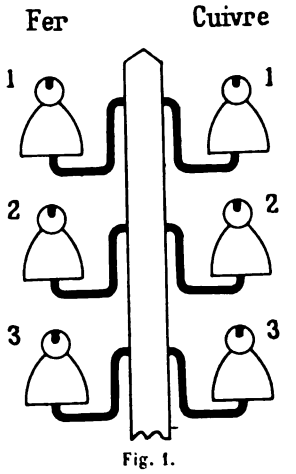


Fig. 1.

$$\cos\varphi = \frac{\text{watts}}{\text{volts-ampères}},$$

$$\frac{Ra}{Rc} = 1 + \frac{1}{12}\left(\frac{2\pi n l \mu}{10^9 Rc}\right)^2 - \frac{1}{180}\left(\frac{2\pi n l \mu}{10^9 Rc}\right)^4 + \cdots,$$

$$L = \frac{E \sin\varphi}{\omega I}.$$

Les mêmes essais furent faits également avec des lignes mixtes en fer et cuivre, avec des lignes triphasées sur circuits inductifs et non inductifs. Les lignes triphasées étaient également composées soit intégralement de fer ou de cuivre, soit de un fil de cuivre et deux fils de fer dont on faisait varier la position relative. Les résultats pratiques sont les suivants :



Digitized by Google

LIGNE A COURANT ALTERNATIF SIMPLE 50 P : S SUR CIRCUIT NON INDUCTIF
ÉCARTEMENT DES FILS : 50 CM.

| INTENSITÉ EN AMPÈRES. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN FER. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN CUIVRE. | RAPPORT PERTES EN VOLTS Ligne en fer / Ligne en cuivre | COS φ LIGNE EN FER. | COS φ LIGNE EN CUIVRE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 15 | 1,75 | 8,6 | 0,87 | 0,97 |
| 1,1 | 26 | 3,00 | 8,6 | » | 0,97 |
| 1,59 | 42 | 4,55 | 9,2 | » | » |
| 2,1 | 56 | 6,2 | 9,2 | » | » |
| 2,6 | 73 | 7,7 | 9,45 | » | » |
| 4 | 125 | 12 | 10,4 | » | » |
| 6 | 220 | 17,9 | 12,5 | » | » |
| 8 | 310 | 24 | 12,9 | 0,91 | 0,965 |
| 10 | 420 | 30 | 14 | » | » |
| 12 | 520 | 36,1 | 14,4 | 0,94 | » |

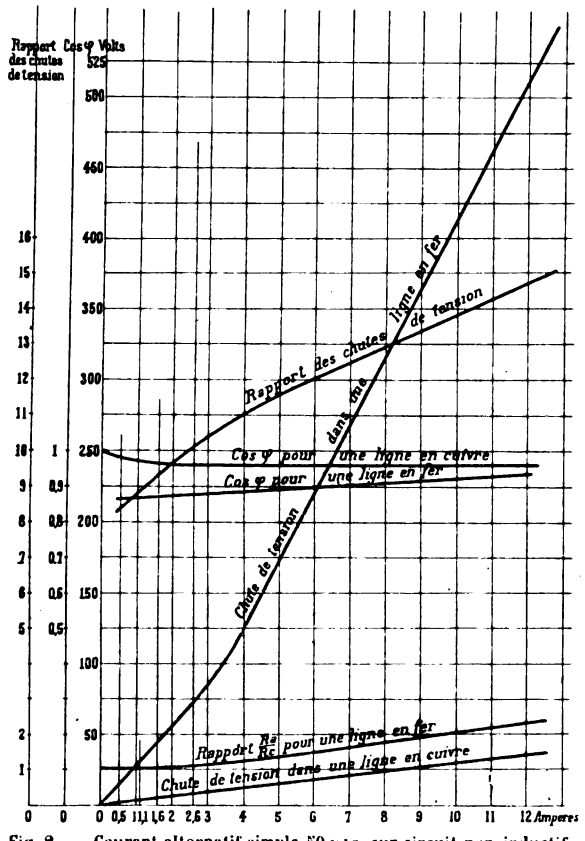



Fig. 2. — Courant alternatif simple 50 p : s, sur circuit non inductif. Écartement des fils 50 cm, longueur de la ligne 1038 m.

LIGNE A COURANT ALTERNATIF SIMPLE 50 P : S SUR CIRCUIT NON INDUCTIF
ÉCARTEMENT DES FILS : 1 MÈTRE

| INTENSITÉ EN AMPÈRES. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN FER. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN CUIVRE. | RAPPORT PERTES EN VOLTS Ligne en fer / Ligne en cuivre | COS φ LIGNE EN FER. | COS φ LIGNE EN CUIVRE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,8 | 18 | 2,4 | 7,5 | 0,80 | 0,96 |
| 1,1 | 40 | 4,7 | 8,5 | » | » |
| 2,07 | 55 | 6,25 | 8,8 | » | » |
| 2,55 | 71 | 7,75 | 9,15 | » | » |
| 4 | 175 | 11,7 | » | » | » |
| 6 | 220 | 18 | 12,2 | 0,85 | » |
| 8 | 310 | 23,6 | 13 | 0,87 | » |
| 10 | 450 | 31 | 13,9 | » | » |
| 12 | 520 | 35,6 | 14 | 0,90 | » |

LIGNE TRIPHASÉE SUR CIRCUIT NON INDUCTIF, 50 PÉRIODES PAR SECONDE
ÉCARTEMENT DES FILS 50 CM, DISPOSITION SELON FIGURE 1

| INTENSITÉ EN AMPÈRES. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN FER. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN CUIVRE. | RAPPORT PERTES EN VOLTS Ligne en fer / Ligne en cuivre | COS φ LIGNE EN FER. | COS φ LIGNE EN CUIVRE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 11 | 1,48 | 7 | 0,72 | 0,97 |
| 1 | 18 | 2,58 | 7 | » | » |
| 1,5 | 33 | 3,87 | 8,6 | » | » |
| 2 | 45 | 5,2 | » | » | » |
| 2,57 | 61,5 | 6,66 | 9,3 | » | » |
| 5 | 180 | 12,9 | 10,3 | 0,74 | 0,97 |
| 10 | 325 | 25,9 | 12,5 | » | » |
| 11 | 380 | 28,4 | 13,3 | » | » |
| 13,5 | 484 | 35 | 13,8 | 0,79 | 0,965 |

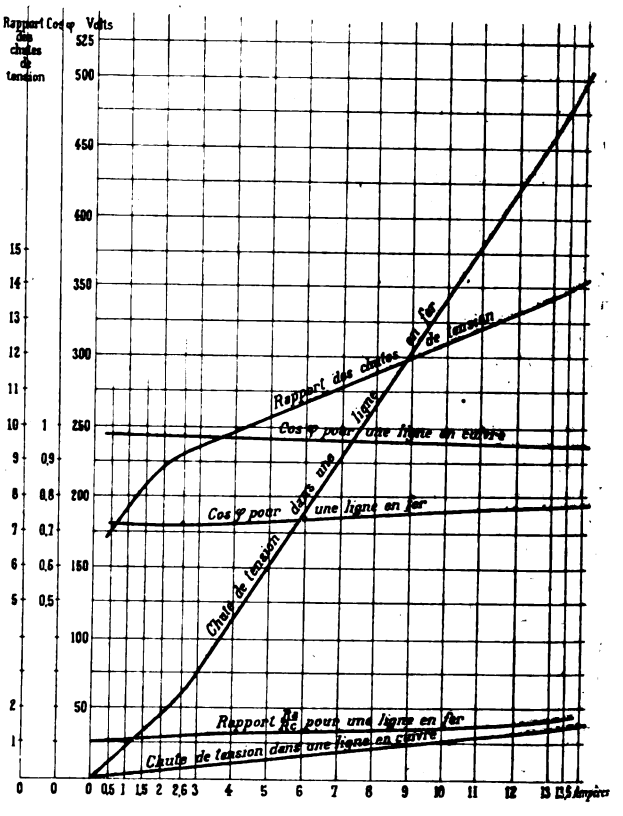



Fig. 3. — Courant triphasé 50 p : s, sur circuit non inductif. Écartement des fils 50 cm, longueur de la ligne 1038 m.

LIGNE TRIPHASÉE SUR CIRCUIT INDUCTIF (MOTEUR D'INDUCTION CALÉ)
50 PÉRIODES PAR SECONDE, ÉCARTEMENT DES FILS 50 CM, DISPOSITION SELON FIGURE 1.

| INTENSITÉ EN AMPÈRES. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN FER. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN CUIVRE. | RAPPORT PERTES EN VOLTS Ligne en fer / Ligne en cuivre | COS φ LIGNE EN FER. | COS φ LIGNE EN CUIVRE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,75 | 120 | 12,4 | 9,7 | 0,65 | 0,75 |
| 4,25 | 142 | 14 | 10 | 0,64 | 0,72 |
| 5 | 194 | 17,9 | 10,3 | 0,56 | 0,71 |
| 6 | 245 | 22,5 | 11 | 0,53 | 0,70 |
| 7 | 300 | 27 | 11 | » | » |
| 8 | 347 | 31,5 | 11 | » | » |
| 8,75 | 382 | 35 | 11 | » | » |

Digitized by Google

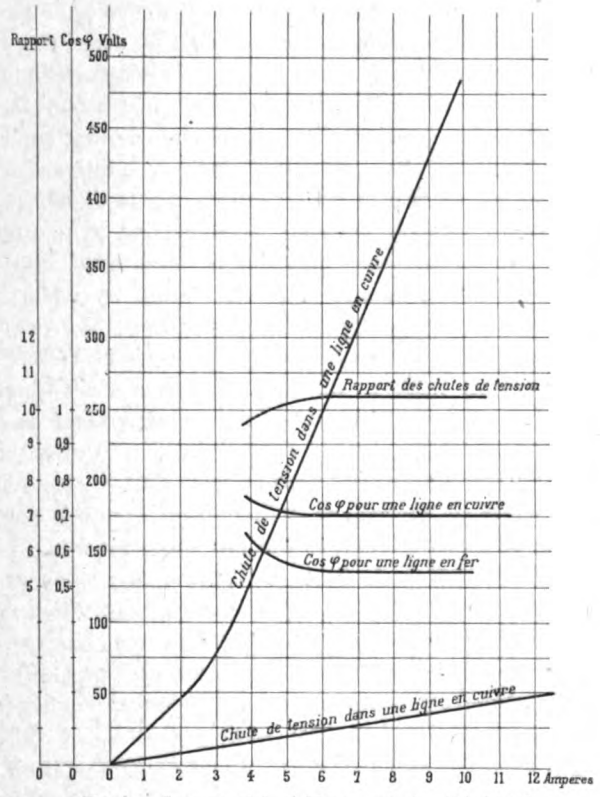



Fig. 4. — Courant triphasé 50 p:s, sur circuit inductif (moteur d'induction calé) longueur de la ligne 1038 m.

LIGNE TRIPHASÉE SUR CIRCUIT NON INDUCTIF, 25 PÉRIODES PAR SECONDE ÉCARTEMENT DES FILS 50 CM, DISPOSITION SUIVANT FIGURE 1

| INTENSITÉ EN AMP RES. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN FER. | PERTE DE CHARGE EN VOLTS LIGNE EN CUIVRE. | RAPPORT PERTES EN VOLTS Ligne en fer / Ligne en cuivre | COS φ LIGNE EN FER. | COS φ LIGNE EN CUIVRE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 9,5 | 1,45 | 6,4 | 0,66 | 0,99 |
| 1 | 16,5 | 2,5 | 6,6 | » | » |
| 1,5 | 25 | 3,77 | » | » | » |
| 2 | 33 | 5,1 | » | » | » |
| 2,5 | 40 | 6,55 | » | » | » |
| 5 | 125 | 12,6 | 9,8 | 0,68 | » |
| 10 | 260 | 25,2 | » | 0,71 | » |
| 11 | 283 | 27,7 | 10,2 | 0,72 | » |
| 13,5 | 356 | 34 | 10,3 | 0,76 | » |

Donnons quelques exemples pratiques. Admettons une chute de tension de 5 pour 100, soit une distribution triphasée à 50 périodes : s diamètre des fils 4 mm, écartement 50 cm. Poids d'une ligne de 1 km environ : 330 kg pour le cuivre, 300 kg pour le fer (Voy. le tableau précédent.)

Le cuivre est supposé coûter 200 fr les 100 kg, le fer 45 fr les 100 kg.

Supposons les mêmes fils, la même fréquence. Quelle puissance pourra-t-on transmettre à 10 km avec une ligne en fer?

| | PUISSANCE TRANSMISE EN KILOVOLTS-AMPÈRES. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 10. | 30. | 60. | 100. |
| Tension en volts à l'usine. . . . . | 5 000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 |
| Intensité en ampères. . . . . | 1,15 | 1,75 | 1,75 | 1,9 |
| Perte kilométrique en volts dans une ligne en cuivre. . . . . | 2,6 | 4 | 4 | 5 |
| Perte kilométrique en volts dans une ligne en fer. . . . . | 18,5 | 34,5 | 34,5 | 45 |
| Chute de tension admise en volts. | 250 | 500 | 1 000 | 1 500 |
| Distance en kilomètres pour le cas du fer. . . . . | 13,6 | 14,5 | 28 | 35 |
| Prix en francs de la ligne en cuivre. | 9 000 | 9 600 | 18 480 | 25 000 |
| Prix en francs de la ligne en fer. . | 1 850 | 1 980 | 3 800 | 4 700 |
| Économie réalisée en francs. . . | 7 150 | 7 620 | 14 680 | 18 300 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tension à l'usine, en v. . | 5 000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 |
| Perte admise 5 p. 100. . | 250 | 500 | 1 000 | 1 500 |
| Intensité en ampères. . . | 1,25 | 2,2 | 3,5 | 4,5 |
| Volts-ampères. . . . . | 10 800 | 38 000 | 125 000 | 250 000 |

Autre exemple avec une perte de 2,5 pour 100.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tension à l'usine, en v. . | 5 000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 |
| Perte admise 2,5 p. 100. | 125 | 250 | 500 | 750 |
| Intensité en ampères. . . | 0,75 | 1,25 | 2,2 | 3 |
| Volts-ampères. . . . . | 6 500 | 20 400 | 76 000 | 156 000 |

On peut déduire de ces résultats la règle pratique suivante pour calculer la chute de tension d'une ligne en fer de 4 mm triphasée ou à courant alternatif simple et traversée par un courant $I$ : on calculera la chute que produirait cette même intensité dans une ligne en cuivre dur de 4 mm de diamètre et l'on multipliera le résultat par le facteur correspondant à $I$ donné par les courbes figurées plus haut.

G. VIEL.

---

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS RELATIVES

A LA

## CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES CORPS

PHÉNOMÈNES QUI PEUVENT INFLUENCER CETTE CONDUCTIBILITÉ

L'industrie électrique emploie pour la transmission de l'énergie électrique à partir des machines génératrices jusqu'aux appareils récepteurs deux sortes de substances : les premières, dites *conductrices*, ont pour rôle de livrer passage au courant ; les secondes, dites non conductrices ou *isolantes*, sont destinées à maintenir celui-ci dans le circuit qui lui est affecté. Les corps conducteurs de l'électricité peuvent être comparés à une feuille de papier buvard, très perméable aux liquides, qui laisserait filtrer ces derniers à travers sa masse, et les corps isolants, à une plaque de marbre ou de verre, qui ne se laisserait traverser par aucune trace de liquide.

La résistance électrique d'un corps, désignée généralement sous le nom de *résistance spécifique* ou de *résistivité*, représente l'effort statique qui s'oppose à la diffusion du courant électrique à travers son épaisseur. Mais, de même qu'il n'existe pas dans la nature de substances idéalement conductrices de la chaleur ni d'autres complètement non conductrices, de même on ne saurait établir de démarcation précise entre les substances conductrices de

Digitized by Google

l'électricité et les substances semi-conductrices, entre celles-ci et les substances isolantes; on passe par degrés insensibles d'un corps à un autre. Mais ce qu'il est toujours facile de constater, c'est que telle classe de corps, celle des métaux par exemple, appartient au groupe des « conducteurs » et que telle autre classe, celle des silicates alcalino-terreux par exemple, fait partie du groupe des « isolants ».

Ce qui importe aux industriels c'est de savoir choisir, parmi toutes les substances existantes, celles qui conviendront le mieux pour la sécurité des lignes.

Le procédé idéal pour la transmission du courant électrique serait de choisir comme conducteur un fil d'argent, et comme isolant l'air sec. Mais comme l'argent est d'un prix de revient élevé et que, d'un autre côté, il est difficile de dessécher parfaitement l'air, on remplacera le métal précieux par le cuivre qui vient immédiatement après l'argent par sa conductibilité et qui est d'un prix accessible, et l'on prendra pour l'isoler une substance dont les propriétés isolantes la rapprochent le plus possible de l'air sec. Nous savons cependant que, depuis quelques années, on emploie dans l'industrie électrique des câbles à isolement d'air, et le plus souvent les lignes aériennes sont constituées par des fils de cuivre nus.

La résistivité est une propriété inhérente à la substance considérée: elle la caractérise au point de vue de sa conduction électrique, tout comme la densité caractérise un corps quelconque, mais elle ne reste semblable à elle-même qu'à condition, bien entendu, qu'aucune cause extérieure (compression, humidité) ne vienne à agir sur elle pour l'augmenter ou la diminuer et que sa composition ne varie point. Cela est d'une grande importance au point de vue qui nous occupe, car il est arrivé souvent que des matières réputées isolants parfaits ne donnent que de maigres résultats dans la pratique. Cela tient à ce qu'on incorpore dans leur masse des poudres plus ou moins conductrices qui, si elles les rendent plus homogènes, n'en diminuent pas moins leur résistance et en atténuent considérablement les propriétés isolantes.

Il ne sera donc pas inutile de jeter tout d'abord un coup d'œil sur les circonstances qui peuvent modifier la conductibilité des corps. Nous allons étudier de quelle façon se comportent les solides, les liquides et les gaz, conducteurs ou non conducteurs, dans certaines conditions spéciales; cela nous préparera à saisir d'une façon simple comment il est possible de les utiliser dans la pratique et d'en tirer le meilleur parti possible, eu égard à leurs propriétés.

Parmi les corps solides, il nous faut tout d'abord signaler les propriétés de certains alliages et métaux dont la conductibilité peut varier suivant les circonstances que nous allons étudier.

D'après un grand nombre d'expérimentateurs, il est démontré que, pour les *alliages*, le calcul de la conductibilité électrique ne peut généralement pas être établi en partant de la règle des mélanges, d'après la résistance propre des métaux constituants. M. Guertler a montré que, pour les alliages formés du mélange des constituants, la conductibilité est égale à la somme des conductibilités de ces constituants; chez les alliages de métaux qui forment des cristaux mixtes, on constate une diminution de la conductibilité. Dans ce cas, il s'agit de solutions métalliques solides et l'on doit admettre que la dissolution d'un corps étranger dans un métal abaisse le pouvoir conducteur de celui-ci. Le fait que la conductibilité calorifique est relativement moins abaissée que la conductibilité électrique dans les métaux dissous a porté Drude à supposer que la conduction de la chaleur et de l'électricité dans les métaux est due à des électrons libres auxquels on peut appliquer une théorie cinétique analogue à celle qui concerne les molécules gazeuses. La conductibilité calorifique serait alors due aux électrons et à une catégorie spéciale de molécules, alors que la conductibilité électrique serait due aux électrons seuls. La grande diminution de la conductibilité électrique des alliages peut être ainsi expliquée par l'augmentation de la résistance de frottement de ces substances. L'accroissement du frottement intérieur dans les solutions métalliques solides est comparable à celui qui se manifeste ultérieurement dans les mélanges de gaz.

L'étude de la variation de la résistance électrique des métaux permet, dans un grand nombre de cas, de caractériser les transformations allotropiques de ces métaux sous l'influence d'une augmentation ou d'une diminution de température. Pour le fer et les aciers, en particulier, la connaissance de cette variation présente une grande importance industrielle, et elle peut s'appliquer aussi bien aux aciers au carbone qu'aux aciers au nickel, au chrome, au tungstène, au manganèse. Rappelons qu'elle se mesure d'une façon très simple en faisant passer un courant électrique dans le barreau métallique, dont deux points sont reliés à un galvanomètre : la différence de potentiel mesurée est proportionnelle à la résistance opposée au courant par le barreau entre les deux points considérés.

D'après M. Boudouard, les courbes représentant les variations de résistance du fer et des aciers sont paraboliques à partir de la température ordinaire jusqu'à celles correspondant aux points de transformation; au delà de 800°, elles deviennent linéaires et la résistance $R$ est donnée en fonction de la température par une équation de la forme

$$R = r + \alpha t,$$

les valeurs de $r$ et de $\alpha$ étant déterminées expérimentalement.

La résistance électrique des aciers croît avec la proportion de carbone qu'ils contiennent; l'addition de chrome et de tungstène augmente cette résistance sensiblement dans le rapport de 1 à 2; mais cet effet cesse de se produire à haute température, de telle sorte que ces aciers acquièrent dans ces conditions une résistance équivalente à celle des aciers au carbone.

Digitized by Google

L'influence de la trempe sur la résistance des métaux, étudiée par M. Le Chatelier, ne se manifeste nettement que si elle est effectuée au-dessus de la température de 700°. L'accroissement de résistance que le fer éprouve par la présence du carbone de trempe est le même que celui produit par une proportion égale de silicium, soit 45 microhms pour 1 pour 100 en poids. Aux températures élevées, certains métaux tels que le chrome exagèrent l'accroissement de résistance qu'aurait produit la trempe sur un acier au carbone seul, tandis que d'autres, le tungstène en particulier, le diminuent sensiblement.

Cette variation de la conductibilité permet donc de penser que le chrome reste à l'état de mélange isomorphe avec le fer alors que le tungstène combiné reste isolé dans sa masse. La méthode s'applique à toutes sortes de mélanges et de combinaisons métalliques et caractérise, avec une grande précision, la composition physique du métal et le mode de groupement de ses divers constituants.

Quant à la résistivité aux très basses températures de certains corps métalliques peu conducteurs, tels que les sulfures et les oxydes, elle varie dans d'assez grandes limites, ainsi que l'ont démontré les expériences de Van Aubel. Un échantillon de pyrite de fer $FeS^2$, taillé sous la forme d'un prisme ayant de 3,93 mm de longueur et 3,98 $mm^2$ de section, a donné les résultats suivants, les résistances électriques étant exprimées en ohms.

| Température en degrés C. | Résistance en ohms. |
|---|---|
| + 20,0 | 1,515 |
| — 24,3 | 15,60 |
| — 40,6 | 17,72 |
| — 75,2 | 23,41 |
| — 181,0 | 74,20 |

La résistivité augmente donc au fur et à mesure que la température s'abaisse, mais dans l'air liquide, la pyrite conduit encore l'électricité. En traçant la courbe qui exprime la variation de la résistance électrique avec la température, on constate que le rapport de l'accroissement de résistance à l'accroissement du degré d'abaissement de température est d'autant plus élevé que l'on s'approche davantage du zéro absolu. Si l'on recommence l'expérience en sens inverse, en augmentant la température jusqu'à + 20° C environ, la pyrite reprend peu à peu sa résistance électrique du début. C'est là un phénomène assez curieux et qu'il est intéressant de signaler puisque, dans les métaux, c'est l'inverse qui se produit, leur résistivité augmentant avec la température.

Nous venons de mentionner quelques particularités de conductibilité propres aux solides. Voyons maintenant comment se comportent à ce point de vue un certain nombre de liquides.

Les recherches de M. Foussereau sur la résistance électrique de l'eau ont montré que celle-ci est sujette à de grandes variations suivant son origine et la nature des substances étrangères qu'elle peut renfermer. C'est ainsi que l'eau distillée possède une résistance spécifique de 40 à 200 fois plus grande que celle de l'eau ordinaire. D'un autre côté, deux échantillons d'eau, puisés dans des récipients différents, donnent en général des résistances inégales. Si l'on prend soin de recueillir l'eau dans une bouteille de platine, nettoyée avec le plus grand soin et rincée cinq ou six fois, on obtient, comme valeur très approchée de la résistance de l'eau distillée, le nombre

$$2{,}305 \times 10^5 \text{ ohms},$$

la température étant voisine de 19°,5. Mais, d'après M. Foussereau, ce nombre ne représente pas la résistance de l'eau chimiquement pure, car l'addition à cette eau d'une substance quelconque en augmente la conductibilité. Les différentes impuretés pouvant ainsi influer sur la conductibilité de l'eau sont dues, soit à l'entraînement des matières dissoutes pendant la distillation ou à la dissolution de substances prises à la paroi des vases, soit à l'absorption de matières contenues dans l'air.

Les changements de résistance qui résultent de l'addition des sels minéraux sont nettement visibles pour un grand nombre de sels. Si, par exemple, on ajoute à de l'eau distillée de résistance connue des quantités très faibles et déterminées de chlorure de potassium, on obtient un accroissement de la conductibilité de cette eau. En dissolvant successivement dans ce liquide 1/1 000 000e, 1/100.000e, 1/1000e de chlorure de potassium, on obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

| QUANTITÉS DE KCC. | RÉSISTIVITÉS. | CONDUCTIBILITÉS. | ACCROISSEMENTS. |
|---|---|---|---|
| 0. . . . . | 0,4982 | 1 | » |
| $\frac{1}{10^6}$ . . . . . | 0,3285 | 1,52 | 0,52 |
| $\frac{1}{10^5}$ . . . . . | 0,08918 | 5,62 | 4,62 |
| $\frac{1}{10^3}$ . . . . . | 0,00130 | 382 | 381 |

Ainsi donc, la conductibilité augmente de la moitié de sa valeur quand on ajoute 1 millionième de chlorure de potassium à un échantillon d'eau, ce sel étant cependant un des moins résistants. Les expériences très nombreuses de M. Bouty ont montré également qu'il suffit, en supposant l'eau pure parfaitement isolante, de lui ajouter une quantité égale à 0,000002 de chlorure de potassium ou à 0,00000033 d'acide chlorhydrique pour lui donner la conductibilité de l'échantillon précédent.

Quant à l'addition à l'eau de substances organiques, il résulte des recherches de M. Foussereau qu'elle modifie peu sa conductibilité. L'observation des résistances, très pratique pour déceler la présence de traces imperceptibles de matières minérales, paraît complètement impuissante à révéler l'existence des matières organiques dans l'eau.

L'eau des villes étant presque toujours souillée d'impuretés, sa conductibilité est loin d'être nulle et il y a lieu de la considérer dans bien des cas comme conduc-

Digitized by Google

trice de l'électricité. Cela a du reste été souvent constaté lorsque des jets d'eau plus ou moins puissants venaient à mettre en contact deux fils électriques de polarité différente. Étant donné un jet d'eau d'une pression de moins de 15 kg : cm² et d'un diamètre de 12 mm, on constate que, pour sentir des commotions, il faut approcher la lance de 6 à 7 cm d'une plaque de cuivre reliée au fil et frappée par le jet, le courant étant à 500 volts et continu ; avec un jet de 50 mm, les mêmes commotions se font sentir à une distance d'environ 1 m. Avec un courant alternatif de 500 volts et un jet de 12 mm, on reçoit des secousses à une distance d'environ 19 cm et, avec un courant alternatif de 3600 volts, à une distance de 3 m. Enfin, des chocs ont été ressentis à une distance de 8 m, avec un jet de 50 mm et un courant alternatif de 5600 volts ; ils étaient presque intolérables à la distance de 4 m.

Ces faits démontrent donc que la conductibilité de l'eau peut, dans certains cas, amener de véritables accidents par suite de circonstances imprévues. La température peut du reste la modifier dans d'assez grandes limites : on constate, par exemple, qu'à 0° et à 21°,1, les résistances sont respectivement de 0,8075 à 0,4479. Il y a donc accroissement de la conductibilité par l'augmentation de température, entre ces deux limites.

La glace possède une grande résistivité. A zéro elle est environ 12 500 fois plus élevée que celle de l'eau qui a servi à la former. En étudiant de l'eau congelée dans une éprouvette en verre, entre deux électrodes cylindriques de platine, on obtient les résultats comparatifs suivants :

| Température en degrés C. | Résistance en ohms. |
|---|---|
| — 1 | $0,4867 \times 10^{10}$ |
| — 5 | $1,156 \times 10^{10}$ |
| — 10 | $2,109 \times 10^{10}$ |
| — 15 | $4,380 \times 10^{10}$ |
| — 17 | $5,354 \times 10^{10}$ |

On voit, d'après cela, que la résistance de la glace devient à peu près 10 fois plus grande pour un abaissement de température de 15° environ.

L'influence exercée par les matières étrangères est moins sensible avec la glace qu'avec l'eau, mais elle est du même ordre de grandeur. L'eau ordinaire donne une glace dont la conductibilité électrique est de 27 à 40 fois supérieure à celle que donne l'eau distillée. A — 1°, la résistance est égale à $0,01804 \times 10^{10}$ ohms, et à — 15°, à $0,1082 \times 10^{10}$ ohms. L'eau ordinaire, à 0°, ayant une résistance égale à $5,270 \times 10^{5}$ ohms, dans les conditions de l'expérience, la glace qu'elle fournit est beaucoup plus conductrice que celle de l'eau distillée.

Pour un grand nombre de sels, la résistivité décroît avec la densité des solutions étudiées. Ainsi, si l'on mesure la résistivité du sulfate de cuivre à divers degrés de concentration, on constate qu'elle est de 164,4, en ohms-cm pour une densité de 1,0167, alors qu'elle est de 98,7 pour une densité de 1,0318 et de 30,6 pour une densité de 1,1823. A l'état saturé, c'est-à-dire pour une densité égale à 1,2051, cette résistivité est de 29,3. On constate cependant que, pour certaines solutions, telles que celles de sulfate de zinc et de sel marin, la solution la plus saturée n'est pas la plus conductrice. Le tableau ci-dessous donne, d'après Ewing et Mac Gregor, la résistivité des solutions de sulfate de zinc à 10° C, en ohms-cm, pour différents degrés de concentration.

| DENSITÉ. | RÉSISTIVITÉ EN OHMS-CM. | DENSITÉ. | RÉSISTIVITÉ EN OHMS-CM. |
|---|---|---|---|
| 1,0140. . . . . | 182,9 | 1,2709. . . . . | 28,5 |
| 1,0187. . . . . | 140,5 | 1,2891. . . . . | 28,3 |
| 1,0278. . . . . | 111,1 | 1,2895. . . . . | 28,5 |
| 1,0540. . . . . | 63,8 | 1,2987. . . . . | 28,7 |
| 1,0760. . . . . | 50,8 | 1,3288. . . . . | 29,2 |
| 1,1019. . . . . | 42,1 | 1,3530. . . . . | 31,0 |
| 1,1582. . . . . | 33,7 | 1,4053. . . . . | 32,1 |
| 1,1845. . . . . | 32,1 | 1,4174. . . . . | 33,4 |
| 1,2186. . . . . | 30,3 | 1,4220. . . . . | 33,7 |
| 1,2562. . . . . | 29,2 | | |

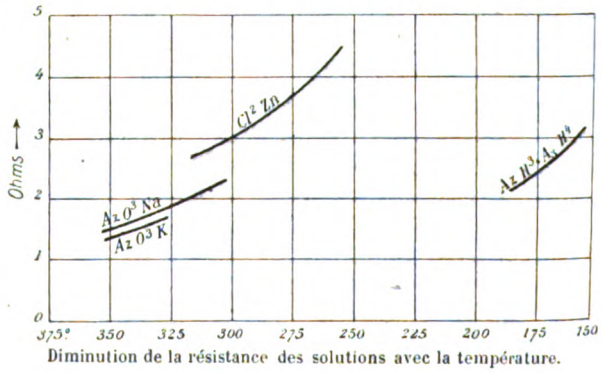
On voit donc que, pour ce sel, la résistivité décroît d'abord avec la densité (28,3, minimum correspondant à une densité de 1,2891), puis croît constamment jusqu'à ce que la solution soit complètement saturée. Cet état de saturation (densité égale à 1,4220) correspond à une résistivité de 33,7.

Si maintenant nous étudions la résistivité d'un mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc, nous remarquons qu'elle est toujours moindre que la moyenne des résistances de chacune des solutions ; souvent même elle est inférieure à la résistance offerte par la solution la plus conductrice.

Ces exemples concernent des sels dissous. Si nous passons aux sels fondus, nous remarquons que leur résistance ne dépasse pas quelques ohms, si on les prend purs et bien cristallisés. Les nitrates de potasse, de soude, d'ammoniaque, le chlorure de zinc donnent des résultats comparables. Pour le nitrate de soude en particulier, dont le point de fusion est 298°, on obtient les résultats suivants :

| Température en degrés C. | Résistance en ohms. |
|---|---|
| 305 | 2,21 |
| 320 | 1,90 |
| 340 | 1,67 |
| 356 | 1,50 |

Il en serait de même pour la plupart des autres sels et



Diminution de la résistance des solutions avec la température.

l'on constate que l'élévation de température diminue la

Digitized by Google

résistance spécifique du sel considéré. Les courbes de la figure ci-dessus qui concernent les résultats obtenus avec quatre sels importants, nous donnent la valeur de cette diminution de résistance pour des températures comprises entre 150 et 360° environ ; elles ont été obtenues en prenant pour ordonnées les résistances et pour abcisses les degrés mesurés à l'appareil thermométrique.

En rapprochant les nombres que l'on obtient comme valeur de la résistance d'un même sel à l'état solide et à l'état liquide, aux températures les plus voisines de son point de fusion, on observe que les sels à l'état solide ont une résistivité plusieurs milliers de fois supérieure à celle qu'ils possèdent à l'état liquide. C'est ce que montre le tableau suivant :

| DÉSIGNATION DES SELS. | SELS SOLIDES. | | SELS LIQUIDES. | |
|---|---|---|---|---|
| | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS C. | RÉSISTIVITÉ EN OHMS : CM. | TEMPÉRATURE EN DEGRÉS C. | RÉSISTIVITÉ EN OHMS : CM. |
| Chlorate de potassium. . . . | 352 | 79 800 | 359 | 4,19 |
| Azotate de potassium. . . . . | 320 | 7 100 | 329 | 1,66 |
| Azotate de sodium. . . . . | 289 | 64 600 | 300 | 2,27 |
| Azotate d'ammoniaque. . . . . | 130 | 2 840 | 154 | 3,09 |
| Chlorure de zinc. | 240 | 139 | 258 | 4,47 |

On voit donc, pour le chlorate de potasse par exemple, que pour des températures très rapprochées, soit 352 et 359°, la résistivité tombe de 79800 à 4,19 ohms lorsqu'on considère le sel successivement à l'état solide et à l'état liquide.

D'autre part, quand on rapproche les résistivités des différents sels aux mêmes températures, on constate des écarts considérables ; c'est ainsi que l'azotate de potassium est de 4 à 34 fois moins résistant que l'azotate de sodium ; le chlorure de zinc conduit le courant de 5000 à 40000 fois mieux que ce sel, tandis que le chlorate de potasse est, par contre, 500 fois plus isolant. Les mélanges des azotates entre eux, soit deux, soit trois sels mélangés, présentent une conductibilité beaucoup plus élevée que l'un quelconque de ces sels pris isolément. D'après M. Foussereau, le mélange des azotates de potassium et de sodium conduit de 200 à 1500 fois mieux que le premier de ces sels et de 5000 à 8000 fois mieux que le second. La diminution de la résistivité est donc sensible.

La lumière agit parfois sur certains sels en modifiant leur conductibilité. Son effet est particulièrement sensible sur les solutions d'iodure et de bromure (de potassium ou de sodium) dans un grand nombre de dissolvants organiques ; elle provoque la diminution de la conductibilité électrique et la valeur de cette diminution est fonction de la nature du dissolvant, de la composition des sels dissous et de la longueur d'onde. Plus cette dernière est grande, plus l'abaissement de la conductibilité est sensible. A l'obscurité, les conductibilités reprennent leurs valeurs primitives.

Les solutions électrolytiques varient de résistance sous différentes influences, et d'après M. Massoulier, il existe une relation entre leur résistance électrique et leur viscosité. Ces deux propriétés éprouveraient des variations de même sens et de même ordre de grandeur. On peut constater ce fait en essayant des mélanges d'eau et d'alcool avec le sulfate de cuivre, ou encore des mélanges d'eau et de glycérine avec du chlorure de potassium ; mais, dans le cas de la glycérine et du chlorure de potassium, il n'y a pas proportionnalité rigoureuse entre les variations de résistance et de viscosité ; ceci s'explique facilement par ce fait que l'ionisation, qui influence considérablement la conductibilité électrique, peut varier avec la composition du dissolvant.

Les gaz se comportent d'une façon très différente, quant à leur conductibilité, suivant leur nature et l'état physique dans lequel on les étudie. En général, ils sont mauvais conducteurs du courant, dans les conditions normales de température et de pression, et ils conservent leur résistance initiale lorsqu'ils ne renferment pas trace d'humidité. L'hydrogène fait exception à cette règle, car il est généralement regardé comme bon conducteur ; c'est là une de ses propriétés particulières, une de celles qui contribuent à le faire classer parmi les métaux, malgré son état gazeux.

Un certain nombre de gaz, en particulier l'oxygène, l'air et l'acide carbonique, deviennent conducteurs lorsqu'on les fait sortir brusquement des récipients dans lesquels ils sont demeurés sous pression pendant un certain temps. Avec l'oxygène comprimé à 120 kg : cm² et détendu, on constate que le gaz porte des charges électriques positive et négative en quantités sensiblement égales ; le phénomène est surtout intense quand la bouteille de gaz est presque pleine et il s'affaiblit beaucoup quand elle ne contient presque plus d'oxygène. Avec l'air comprimé à 5 kg : cm² on remarque d'abord que le gaz détendu porte des charges positive et négative, mais qu'il met en mouvement un excès de charge négative ; le phénomène est du reste très irrégulier, car, même à débit constant, les courants recueillis sont rapidement variables. Étant donnée la mobilité extrême des ions positifs et négatifs, on ne peut admettre comme cause du phénomène le transport des charges par des poussières ; d'après M. Bloch, cette conductibilité acquise par les gaz comprimés serait due à la mobilité des ions eux-mêmes et au barbotage de ceux-ci à travers l'eau condensée à l'orifice de détente.

Les gaz issus d'une flamme présentent des particularités telles qu'en se refroidissant par l'éloignement de la flamme, la mobilité de leurs ions diminue. Au bout d'un certain temps, ceux-ci prennent une mobilité d'équilibre de l'ordre de 0,01 mm et ils doivent, en conséquence être classés dans la catégorie des ions de grande dimension, de même que ceux dus à l'ionisation par le phosphore et certaines réactions chimiques.

Digitized by Google

Wilson a étudié la conductibilité électrique des flammes provenant d'un bec Bunsen contenant des vapeurs de différents sels alcalins et pour des courants alternatifs dont la fréquence était comprise entre $3{,}5 \times 10^4$ et $5{,}5 \times 10^5$ périodes par seconde. Pour mesurer la conductibilité, deux électrodes de platine étaient placées dans la flamme; la mesure était faite à l'aide d'un pont de Wheatstone dont trois branches contenaient des condensateurs à air et la quatrième les électrodes placées dans la flamme. La résistance de la flamme variait suivant la nature du sel et la quantité de celui-ci introduite dans la flamme. Les résultats obtenus sont tels que pour les courants alternatifs de grande fréquence, on constate qu'une flamme contenant une vapeur de sel alcalin se comporte comme un milieu isolant de forte capacité inductive spécifique; la conductibilité des différentes vapeurs de sel alcalin varie comme la racine carrée de la conductibilité des vapeurs du même sel pour le courant continu. D'après cela, les ions négatifs de tous les sels auraient la même vitesse. Quant à la capacité apparente, elle varie à peu près comme l'inverse de la racine carrée de la différence de potentiel maxima appliquée et paraît indépendante de la fréquence du courant employé ainsi que de la distance séparant les électrodes. JEAN ESCARD.

## SOCLES MÉTALLIQUES POUR POTEAUX EN BOIS [1]

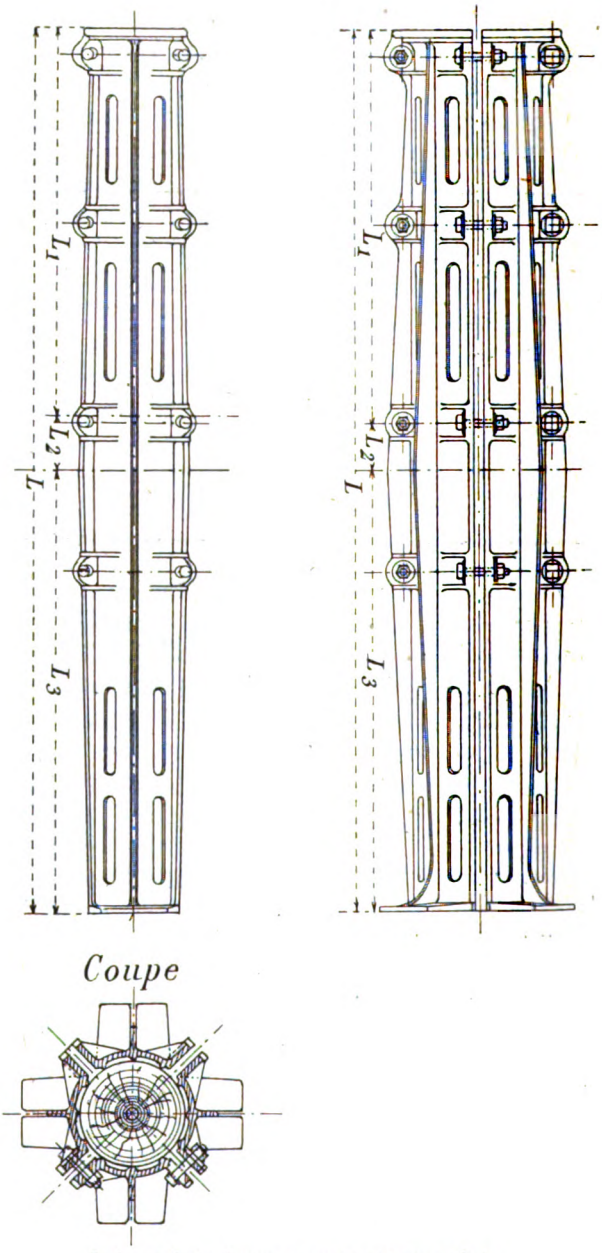
On tâche naturellement d'augmenter autant que possible la durée des poteaux en bois. Car ceux-ci, tout en permettant de construire économiquement des lignes, donnent lieu à des dépenses d'entretien plus élevées que les lignes avec poteaux métalliques.

Quand un poteau est planté dans la terre, l'humidité qui tend à remonter le détériore rapidement. On peut bien retarder un peu cet effet en imprégnant le poteau, mais pas dans une proportion telle que l'on réalise une économie considérable.

On a entre autres, pour s'opposer à l'action de l'humidité de la terre, employé des enveloppes isolantes, sans cependant arriver au résultat cherché. On n'a pas eu non plus d'excellents résultats en employant des pieds en béton, d'autant plus qu'alors les frais d'installation sont considérablement accrus et que le remplacement d'un poteau est long et coûteux.

On doit donc tendre à diminuer les frais d'entretien, mais en outre il est tout aussi important de diminuer le temps que l'on emploie à remplacer un poteau, car il faut qu'un poteau puisse être remplacé sans interrompre le fonctionnement de la ligne.

Pour répondre à ces conditions de la pratique, on a employé des socles empêchant le mât de venir en contact avec le sol et permettant un remplacement rapide du poteau. On a utilisé des socles en béton armé, dont l'armature extérieure en fer sert en même temps à fixer le poteau de manière que sa partie inférieure soit au-dessus du sol. La liaison entre cette armature et le poteau est effectuée au moyen de vis traversant celui-ci; mais il y a alors affaiblissement de la section juste à l'emplacement où le poteau travaille le plus par suite de la traction et de la pression du vent. En outre, les trous percés dans le poteau permettent à la pluie et à la neige de pénétrer à l'intérieur, de sorte que la détérioration est accélérée.




Socles en fonte, à nervures pour poteaux en bois.

On a tâché d'éviter cet inconvénient en employant des bagues et des coins pour la fixation du poteau, mais les

[1] *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, du 13 et 27 juin.

Digitized by Google

résultats obtenus n'ont pas été excellents, surtout au point de vue de la solidité du mode de fixation. On a dû abandonner le système des socles en ciment à cause de leur poids, particulièrement quand la ligne est éloignée d'une route.

D'autre part, comme les socles en ciment présentent des avantages incontestables, on a cherché à diminuer l'inconvénient signalé en les divisant parallèlement à l'axe en diverses parties, pour diminuer le poids des pièces à transporter. Ces diverses pièces doivent être ensuite assemblées sur place, et naturellement il faut apporter beaucoup de soin à ce travail.

On a encore employé au lieu des socles en ciment des tuyaux de fer ou des fers profilés et on y a plus ou moins réussi. Le problème à résoudre est d'avoir un socle solide, isolant le poteau de la terre, le maintenant solidement, sans que l'on soit obligé de le percer, en permettant le remplacement facile et pouvant se diviser en morceaux, de manière à pouvoir être transportés sans difficulté. En outre naturellement, le socle lui-même ne doit pas être attaqué.

Comme métal économique et résistant pour la construction du socle, la fonte est tout indiquée; quand elle est goudronnée, elle n'est pas attaquée et a une durée presque indéfinie, ainsi qu'on a pu le constater pour les conduites d'eau en fonte.

On peut obtenir la solidité nécessaire en employant de la fonte de composition chimique donnée, et en munissant les pièces employées de nervures. On peut diminuer le poids des pièces à transporter en divisant le socle parallèlement à l'axe, et en utilisant des pièces de liaison, on peut ainsi obtenir un montage sur place donnant toute satisfaction, quelle que soit l'habileté des travailleurs.

En donnant aux pièces une forme appropriée, on peut faire en sorte que le poteau porte sur une grande longueur contre le socle, de manière à avoir une pression bien uniforme et à être bien fixé sans avoir à employer de vis pénétrant dans le bois.

C'est d'après ces considérations qu'ont été établis les socles de la fonderie de Seebach, autrefois Bölsterli et Cie, à Seebach-Zurich, représentés ci-contre. Le socle est constitué ordinairement par quatre longs segments de fonte qui, assemblés, ont une section circulaire.

Chacun de ces segments est renforcé à la partie extérieure par trois nervures qui ont vers le milieu une hauteur plus grande qu'aux extrémités. A la partie inférieure, la nervure du milieu porte une sorte de surface plane horizontale. Quand les segments sont en place, ces quatre surfaces forment une croix qui présente dans la terre une grande résistance au renversement du poteau.

Les deux nervures latérales de chaque segment portent de place en place des pièces transversales venues de fonte qui les consolident. Les segments sont reliés au moyen de boulons dont le serrage assure la consolidation du poteau. Le poteau est placé dans le socle de manière que sa partie inférieure soit à 10 cm au-dessus du sol; l'eau de pluie tombe dans le sol au-dessous du poteau.

Les dimensions des diverses pièces, qui dépendent des longueurs des poteaux, sont indiquées dans le tableau ci-contre :

| DIMENSIONS DES POTEAUX | | | DIMENSIONS DES SEGMENTS | | | | | NOMBRE DE SEGMENTS. | BOULONS | | POIDS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diamètres au pied en cm. | Diamètres à la tête en cm. | Longueurs en m. | Numéros. | $L$ en cm. | $L_1$ en cm. | $L_2$ en cm. | $L_3$ en cm. | | Nombres. | Dimensions en mm. | d'un segment en kg. | total en kg. |
| 18 | 12 | 8 | 18 | 160 | 60 | 90 | 10 | 3 | 16 | 13 × 60 | 26 | 80 |
| 20 | 14 | 10 | 20-22 | 170 | 60 | 100 | 10 | 4 | 16 | 13 × 70 | 37 | 150 |
| 22 | 15 | 12 | 20-22 | 170 | 60 | 100 | 10 | 4 | 16 | 13 × 70 | 37 | 150 |
| 26 | 15 | 15 | 26 | 190 | 70 | 110 | 10 | 4 | 16 | 16 × 80 | 48 | 200 |
| 30 | 15 | 18 | 30 | 210 | 80 | 120 | 10 | 4 | 16 | 19 × 80 | 65 | 275 |

Si, par suite d'une rupture de fil, il y a tension latérale, elle est supportée par les nervures, sans qu'il y

| POTEAU | | MOMENTS RÉSISTANTS | | CHARGE DE RUPTURE THÉORIQUE EN KG POUR DIFFÉRENTES LONGUEURS DE POTEAUX. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | LONGUEURS DES POTEAUX EN M. | | | | | | | | |
| Diamètres en cm. | Longueurs en m. | du poteau en cm². | du socle en cm². | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 18 | 8 | 570 | » | 470 | 410 | 360 | 320 | » | » | » | » | » |
| | | » | 455 | 1800 | 1550 | 1350 | 1200 | » | » | » | » | » |
| 20 | 10 | 705 | » | 650 | 550 | 480 | 430 | 380 | » | » | » | » |
| | | » | 800 | 3500 | 2850 | 2500 | 2200 | 2000 | » | » | » | » |
| 22 | 12 | 1045 | » | 870 | 740 | 650 | 580 | 520 | 470 | 620 | » | » |
| | | » | 800 | 3500 | 2650 | 2500 | 2200 | 2000 | 1650 | 2000 | » | » |
| 26 | 15 | 1726 | » | 1460 | 1200 | 1070 | 960 | 860 | 720 | 620 | 540 | » |
| | | » | 1152 | 4700 | 4000 | 3500 | 3100 | 2800 | 2500 | 2500 | 1760 | » |
| 30 | 18 | 2651 | » | 2100 | 1880 | 1650 | 1470 | 1350 | 1100 | 950 | 850 | 780 |
| | | » | 1622 | 6700 | 5800 | 5000 | 4500 | 4050 | 3550 | 2900 | 2500 | 2250 |

Charge de rupture du bois 500 kg par cm². — Charge de rupture de la fonte 2500 kg par cm².
N.-B. — Les chiffres supérieurs indiquent la charge de rupture pour les poteaux, et les chiffres inférieurs pour le socle.

Digitized by Google

ait possibilité de flexion. Le tableau précédent indique le travail des diverses parties.

On n'a besoin que de deux clefs lors du montage, l'une pour maintenir le boulon, l'autre pour tourner l'écrou.

On doit veiller à ce que le joint entre deux segments ne tombe pas dans la direction des fils de ligne, mais bien une nervure médiane, afin que le socle présente la plus grande résistance possible. Dans les courbes, cette nervure doit coïncider avec la résultante des tensions horizontales.

Le transport est facile, vu le faible poids des diverses pièces.

L'emploi de ces socles présente donc les avantages suivants :

1° Comme le poteau n'est pas en contact avec le sol, il ne pourrit pas ;

2° Le poteau reste intact ; il n'est ni percé ni travaillé ;

3° On peut utiliser des poteaux plus courts, puisque l'on n'a pas besoin de les enfoncer dans le sol. On peut souvent employer de vieux poteaux dont le pied seul est pourri ;

4° Le socle en fonte goudronnée a une durée presque indéfinie ;

5° On peut employer des poteaux non imprégnés.

La ligne de tramway Zurich-Oerlikon-Seebach est armée avec des poteaux montés avec des socles du genre décrit. F. L.

---

PROCÉDÉ DE PRÉPARATION

DU

## PROTOXYDE DE SILICIUM AU FOUR ÉLECTRIQUE

Le silicium, comme le carbone, forme avec l'oxygène deux oxydes répondant aux formules SiO et $SiO^2$, mais il n'avait pas été possible, jusqu'en ces derniers temps, d'obtenir le protoxyde SiO, et Winkler déclarait que « si l'on chauffe un mélange de silice et de silicium, la réaction

$$SiO^2 + Si = 2SiO$$

ne donne aucun résultat. »

En effet, au four à combustion ordinaire, dont la température n'excède pas 1000°C, il n'avait pas été possible de produire le protoxyde de silicium, mais il n'en est pas de même sous l'influence des hautes températures obtenues au four électrique. M. Noël Potter, de New-York, a pu obtenir au four électrique, dans des conditions spéciales, une poudre brune à laquelle il a donné le nom de *Monox*, et qui est du protoxyde de silicium SiO.

Dans le four électrique à résistance ou à arc ordinaire, la réaction est très brusque, et il se forme seulement une fumée brune de protoxyde qui est immédiatement réduit à l'état de silicium ou de carbure de silicium. Mais si l'on fond de la silice sur une tige de graphite chauffée par le courant électrique dans une chambre dont on a raréfié l'atmosphère, et si la température est très élevée, les parois intérieures de la chambre se recouvrent d'une poudre brune, douce, d'une extrême finesse, qui est du protoxyde de silicium. La condition essentielle de l'opération est de permettre la détente et le refroidissement rapide du gaz, car autrement la production de SiO et CO à l'état gazeux, donne lieu à une élévation de pression qui provoque la dissociation du protoxyde. Aussi la charge doit-elle entourer l'arc jaillissant sans cependant l'ensevelir, et, au contraire, laisser un espace vide ou cratère suffisamment large, de façon que les parois de ce cratère soient suffisamment éloignées de l'arc pour que la pression des gaz ne les brise pas. D'autre part, il faut laisser aux gaz une issue pour leur permettre de s'échapper et de se détendre dans une une chambre où le protoxyde se dépose. Ce protoxyde est en effet produit à l'état gazeux, mais susceptible de se précipiter presque instantanément, une fois hors du cratère. Lorsque le gaz est dans une chambre spacieuse à atmosphère inerte et raréfiée, il se détend rapidement et il est immédiatement refroidi, de telle façon que le protoxyde de silicium, abaissé à une température à laquelle sa tension de dissociation est pratiquement nulle, n'a pas le temps de se dissocier, et il est sublimé sur les parois de la chambre, où on peut le recueillir. Le protoxyde est bien, en effet, un sublimé. M. Noël Potter n'est pas parvenu à le liquéfier dans un four à résistance tubulaire à 1700°C.

En même temps que la poudre, il se forme une matière vitreuse de protoxyde, qui semble due au refroidissement du protoxyde passant à travers la charge et se refroidissant lentement, en sorte qu'une dissociation partielle se produit. M. Tone avait déjà obtenu une matière vitreuse dans le four à silicium, mais cette matière était un mélange de silicium et de silice ; à haute température, cette matière était probablement du protoxyde gazeux, dont le refroidissement lent avait permis une dissociation complète. La différence entre les deux matières dépend donc de la différence entre les conditions d'obtention.

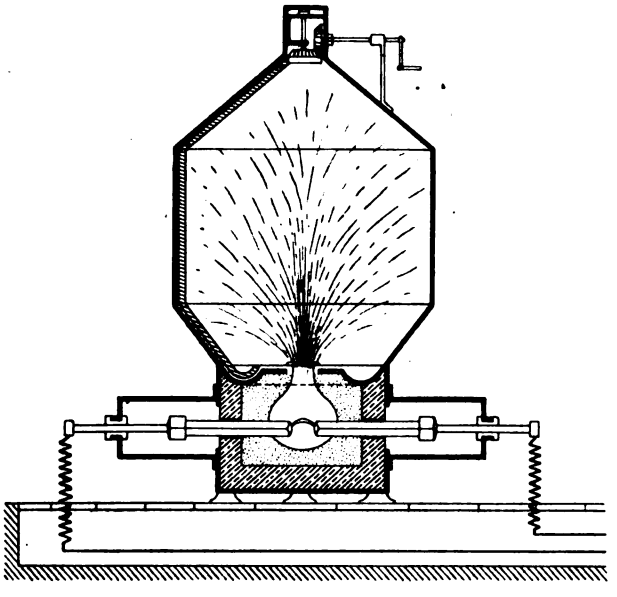
Le protoxyde est ainsi un composé produit à très haute température, qui ne subsiste aux températures ordinaires qu'en vertu d'une particularité de refroidissement ; en conséquence, la structure moléculaire doit se ressentir des particularités dues aux conditions d'existence de température élevée, et la chaleur spécifique d'un tel corps doit être plus élevée que celle du mélange de Tone, résultant de la dissociation. L'application des lois de Dulong et Petit permet ainsi de distinguer le mélange de Tone (appelé *pseudomonoxyde* par Potter) du protoxyde.

L'expérience a confirmé ces hypothèses, et tandis que la chaleur spécifique de la matière vitreuse de Tone varie entre 0,1828 et 0,1853, celle du protoxyde est de 0,2. Si l'on chauffe la poudre brune à 400°C pendant plusieurs heures et que l'on détermine la chaleur spécifique, on

Digitized by Google

trouve 0,18, un changement moléculaire s'étant produit; il y a eu dissociation, et on se trouve en présence du mélange.

Le four destiné à la fabrication industrielle du protoxyde de silicium est constitué par une caisse cylindrique en fonte d'environ 1,50 m de diamètre, avec revêtement intérieur en briques réfractaires d'une épaisseur d'environ 15 cm. Deux boîtes en fonte, diamétralement opposées servent à introduire les électrodes.



Four pour la fabrication industrielledu protoxyde de silicium.

Ces boîtes terminales sont munies de portes avec enveloppes d'eau sous pression formant joint hermétique, en même temps que refroidissement des parois métalliques adjacentes. Ces joints à refroidissement sont disposés en divers endroits sur le pourtour du four et constituent une des conditions de succès de l'opération. Lorsque les portes sont fermées, l'eau est introduite et exerce une pression sur les portes. Lorsque l'on veut ouvrir les portes, l'eau est chassée, la pression égalisée à l'intérieur et à l'extérieur, et les portes s'ouvrent facilement. Les supports d'électrodes doivent également être refroidis.

Les électrodes elles-mêmes sont formées de barres carrées de 8 cm de côté, en graphite pur d'Acheson ou en charbon; elles sont horizontales et disposées dans le plan médian du four, diamétralement opposées.

Le sommet du four est ouvert et communique avec une chambre constituée par un cylindre en tôle de chaudière de 2,15 m environ de diamètre, terminée par deux parties tronconiques, dont l'une s'adapte avec joint hydraulique sur la partie supérieure du four. A l'intérieur, des raclettes, suspendues à un support placé à la partie supérieure, sont mises en mouvement par deux pignons d'angle commandés par un arbre passant dans un stuffing box. La chambre est refroidie par un courant d'eau qui ruisselle vers le bas sur la paroi extérieure, et est recueillie à la base dans une gouttière; l'échauffement est d'ailleurs lent et la consommation d'eau de refroidissement très minime.

La charge consiste en un mélange de sable et de coke, ou de sable et de carborandum. Le four est rempli par la charge jusqu'à une hauteur de 24 cm environ au-dessus des électrodes, et la charge est recouverte de briques réfractaires. Directement au-dessus de l'arc, on dispose un anneau de graphite présentant en son milieu une ouverture d'environ 14 cm, et on creuse la charge dans cet anneau, afin de former un cratère assez large pour que les gaz puissent s'échapper dans la chambre de détente.

Le vide est fait dans cette chambre au moyen d'une pompe. La génératrice d'énergie électrique, construite par la Westinghouse Electric and Manufacturing C°, est d'un type spécial. C'est un alternateur à champ tournant conçu pour fournir un arc unique de toute la capacité de la dynamo au voisinage des maxima de la courbe caractéristique des volts-ampères. Elle est à excitation séparée et peut être mise en circuit ouvert ou en court circuit. La température du four doit varier entre 1700 et 1800°; le rendement de l'opération peut être augmenté dans de grandes proportions en entourant la tige de silice et de carbone dans des proportions convenables pour la réduction partielle de la silice, c'est-à-dire dans la proportion de 12 parties de carbone pour 60,4 de silice. Le noyau de carbone pouvant fournir du carbone, il y a avantage à employer un excès de silice et, en pratique, on en emploie 65 parties pour 12 de carbone.

Si l'on emploie le carborandum comme agent de réduction, la plus forte production de protoxyde est donnée par les proportions correspondant à la formule

$$2SiO^2+SiC=3SiO+CO.$$

Et si l'on augmente ces proportions, la production diminue.

La matière produite contient habituellement des impuretés en très petites quantités, telles que C, $SiO^2$, CSi, des composés de Fe et Al.

Sur une tige de graphite Acheson, dans une atmosphère inerte d'hydrogène, on a obtenu la composition suivante :

| | | |
|---|---|---|
| SiO | 91,18 | pour 100. |
| $SiO^2$ | 3,42 | — |
| SiC | 1,05 | — |
| C | 2,54 | — |

plus un composé de fer que l'on pense répondre à la composition suivante :

| | | |
|---|---|---|
| FeSi | 0,80 | pour 100. |
| $Al^2O^3$ | 0,93 | — |

La fabrication du protoxyde de silicium présente un certain intérêt industriel, car SiO n'est pas un simple produit de laboratoire, et il est susceptible d'emplois industriels assez nombreux.

Sa densité est 2,24. Sec, le protoxyde de silicium est très électro-négatif; il se charge sous les plus légères

Digitized by Google

influences et conserve sa charge avec une ténacité remarquable; il adhère alors très fortement aux substances non conductrices, telles que tissus de coton. On peut se servir de cette propriété pour l'extraire d'une atmosphère dans laquelle il est en suspension. On peut surtout l'utiliser pour constituer des filtres, car il arrête les plus fines poussières. Une couche de protoxyde de silicium, adhérant à un tissu, intercepte même la fumée d'un cigare ou les fumées, si fines, dégagées par la réaction de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniaque. Les moindres germes et organismes microscopiques sont fixés, en sorte qu'on peut constituer un filtre stérilisateur au moyen d'un tissu de coton sur lequel on a déposé une couche de *Monox*.

Grâce à son inertie chimique, à son opacité, à sa couleur et à la faculté qu'il possède d'épaissir les fluides auxquels il est mélangé, il constitue un excellent pigment pour les peintures à l'huile, notamment pour les enduits destinés à protéger le fer contre la rouille. Mélangé à l'huile de lin, il donne une excellente peinture qui présente, en séchant, une belle surface polie semblable à l'émail; le brillant apparaît avec la deuxième couche. Il donne avec le vermillon un beau rouge, avec le bleu d'outremer ou de cobalt un beau vert, avec le noir d'ivoire un noir intense et permet de remplacer une partie de ces pigments. Ce qui le rend particulièrement intéressant au point de vue peinture, c'est qu'il donne, avec l'huile de lin, la même viscosité que 50 fois son poids de blanc de plomb.

Mêlé en faible proportion aux encres d'imprimerie, il donne un beau noir lustré, qu'on ne peut obtenir autrement. Sous la forme vitreuse, il est susceptible de mordre le verre. Enfin, il est applicable en céramique, et on peut, en partie, le substituer à la silice, ce qui facilite beaucoup la cuisson des briques. Exposé à une flamme oxydante, il se transforme, en effet, en une belle poudre de silice blanche. M. Noël Potter pense qu'on pourrait aussi l'employer pour la fabrication des meules ou comme poudre à polir. C'est un très bon isolant de la chaleur.

On voit, par là, que le protoxyde de silicium serait susceptible de nombreuses applications industrielles et que sa fabrication présente un intérêt autre que la simple obtention d'un produit de laboratoire.

E. Masselon.

## LES FREINS DE TRAMWAYS

(SUITE ET FIN [1])

*Freins électromagnétiques.* — On a employé, mais cet usage est abandonné aujourd'hui à raison des grands dommages qu'il occasionnait aux moteurs, comme freinage de sûreté, une méthode de mise en court-circuit des moteurs, qui peut être assimilée au procédé du frein à force vive.

Dans cette méthode, en effet, la force vive de la voiture est annulée avec une grande rapidité, en faisant fonctionner les moteurs comme générateurs en court-circuit.

Le courant extrêmement intense qui se produit alors tend à arrêter les moteurs et par suite le véhicule, et généralement l'arrêt peut être presque instantané. Mais, ainsi qu'il est dit ci-dessus, l'équipement électrique souffre considérablement de cet à-coup.

On peut réduire ce dernier en insérant des résistances dans le circuit sur lequel les moteurs sont fermés; on réalise ainsi le freinage rhéostatique qui est actuellement employé par un assez grand nombre de compagnies, tout au moins pour les voitures légères ou de poids moyen.

Nous pouvons remarquer ici que la méthode est applicable avec le courant alternatif aussi bien qu'avec le courant continu, et à peu près dans les mêmes conditions : le but à atteindre, dans un cas comme dans l'autre, est de modifier les liaisons du moteur de manière à le transformer en appareil shunt.

Seulement avec l'alternatif, ce n'est pas sans certaine complication de montage que l'on arrive au résultat visé, surtout si les moteurs employés sont des moteurs à répulsion.

D'un autre côté il est évident que si l'à-coup infligé aux moteurs est moindre dans le freinage rhéostatique que dans le freinage par court-circuit, c'est que l'intensité du courant n'est pas aussi forte, et dès lors, l'effet est moins énergique.

Au lieu de dépenser l'énergie du courant par effet Joule dans une résistance, on peut l'utiliser efficacement dans un appareil électromagnétique, intervenant lui-même pour produire un freinage mécanique, dans le sens habituel du mot.

Un premier dispositif employé à cette fin consiste en un frein à disque, formé de deux disques de fer, l'un fixé à la carcasse du moteur, l'autre claveté sur l'axe, le premier muni d'une bobine insérée en série avec un rhéostat dans le circuit des moteurs quand ceux-ci fonctionnent comme générateurs.

L'effet de freinage est alors dû au couple négatif des moteurs et au frottement mécanique entre les disques.

En outre, les courants de Foucault produits dans le disque mobile donnent également lieu à une action retardatrice.

Ce système est relativement bon et rationnel; mais, ainsi qu'on le comprend facilement, il demande que le courant fourni par les moteurs soit assez intense, et, par conséquent, que la vitesse des engins soit grande.

Il ne fonctionne bien que pour des vitesses supérieures à quelque 8 ou 10 km à l'heure et ne convient pas comme frein de service. Ce peut être là un inconvénient grave, car du moment où il n'est utilisé que comme frein de sûreté, les conducteurs ont une tendance naturelle à négliger l'appareil qui, très souvent, ainsi mal entretenu et mal connu,

[1] Voy. *l'Industrie électrique*, n° 399, p. 341.

Digitized by Google

n'a plus qu'un fonctionnement insuffisant. En diverses circonstances, on a constaté que, n'ayant su faire fonctionner le frein à disque avec une rapidité suffisante à leur gré, les conducteurs, manquant d'expérience du dispositif, avaient fait marcher le frein à main et produit un patinage très accentué des roues.

En somme, le frein électromagnétique rhéostatique à disques n'est suffisant que pour des équipements légers, comme complément d'outillage, peu coûteux, peu compliqué et relativement sûr.

Il est employé, pour cet usage, par la Compagnie Thomson-Houston, par la Société Hélios, etc. Les établissements Siemens-Schuckert l'utilisaient également autrefois, mais ils l'ont abandonné pour un frein à solénoïde qui aurait, d'après eux, les différents avantages suivants :

Tout d'abord, les moteurs sont soustraits, comme avec le freinage rhéostatique, à l'à-coup excessif que leur occasionne la mise en court-circuit.

Comme avec les autres freins électromagnétiques il est possible de provoquer le freinage sur les diverses voitures à l'aide du courant des moteurs; le freinage se fait sans perte de temps et très uniformément. Le frein est très simple et très sûr, et composé seulement de quelques parties de toute robustesse. Le prix d'installation est faible, les frais d'entretien, de surveillance, de graissage, de nettoyage presque nuls; les seules parties qui s'usent sont les sabots et les jantes. Le montage est facile et possible pour toutes voitures. Il permet aisément de freiner deux axes à l'aide d'un seul cylindre. La simplicité de l'appareil est effectivement remarquable.

Les freins sont des frèins de roue, montés de façon quelconque, de la manière habituellement employée dans le freinage à la main ou dans le freinage pneumatique. Leur mouvement est provoqué à l'aide d'un dispositif qui constitue la seule partie originale de l'équipement : un électro-aimant à noyau plongeur enfermé dans un manteau cylindrique d'acier fondu fixé solidement, par des vis, au châssis de la voiture.

Le noyau se termine extérieurement par un crochet dans lequel est passé le bout de la chaîne servant au tirage des freins.

Le fonctionnement est produit très simplement par l'envoi du courant du moteur, fonctionnant comme générateur, dans l'enroulement de l'électro, ou, sur les pentes prolongées, à l'aide du courant de ligne.

L'électro est fabriqué en deux grandeurs, pour voitures de 5 tonnes, avec course de 135 mm, et de plus de 5 tonnes avec course de 150 mm.

L'effort développé peut atteindre 400 kg dans le petit modèle et 600 dans le grand.

Dans une forme modifiée du frein à solénoïde Siemens-Schuckert, l'attraction électromagnétique ne sert qu'à produire le bloquage des freins, c'est-à-dire que ceux-ci sont maintenus serrés mécaniquement à l'aide d'un verrouillage; pour débloquer les freins, il suffit de retirer le verrou, ce qui se fait au moyen d'un levier ou à l'aide d'un relais.

On pourrait reprocher à ce frein, comme à ceux qui fonctionnent de la même façon, de ne donner aucune garantie quant à l'immobilisation en cas de rupture d'attelage.

Ce reproche serait certainement fondé, mais, quoi qu'il puisse être utilisé pour des convois à plusieurs voitures, je pense que le freinage électromagnétique est rarement appliqué de cette façon.

C'est, éssentiellement, ainsi qu'il a été dit plus haut, un frein pour voitures légères, habituellement en service isolément, dans des exploitations à trafic modérément chargé.

Pour des services plus rudes, avec mises en marche de trains à plusieurs véhicules, les freins pneumatiques deviennent nécessaires.

Mais entre ces deux catégories d'applications, il y a place pour des appareils de puissance moyenne, et c'est dans ces conditions que l'on a été amené à étudier une autre méthode, celle du frein électromagnétique de rails, que l'on a cherché à rendre utilisable pour le freinage de sûreté et pour le freinage en service courant.

Les types principaux de freins électromagnétiques de

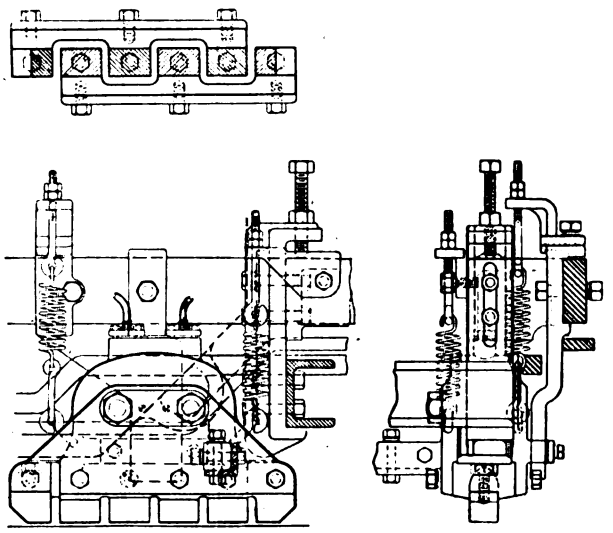


Fig. 5. — Frein électromagnétique de rail, modèle simple.

rails sont ceux représentés aux figures 5 et 6; dans le

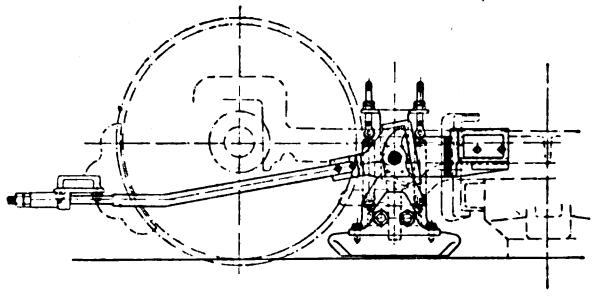


Fig. 6. — Frein électromagnétique de rail, perfectionné.

premier modèle, celui de la figure 5, le freinage se fait exclusivement sur le rail; dans le second, que montre la figure 6, les freins de rails sont accouplés aux freins de

Digitized by Google

roues ordinaires et agissent conjointement avec ceux-ci.

Le premier type se compose de deux sabots réunis rigidement l'un à l'autre par une traverse placée entre les châssis du truck.

Ils sont fixés à des supports spéciaux, en acier, boulonnés au châssis, et arrangés de façon à supporter tout le contre-coup de l'effort. Au repos des ressorts à boudin maintiennent les sabots à distance des rails.

Chaque sabot est formé de deux plaques d'acier réunies par une culasse portant une bobine magnétisante; les surfaces inférieures sont planes et garnies de patins amovibles.

Dans le second type l'arrangement est le même, sauf que des bielles et des leviers servent à transmettre aux freins des roues une partie de l'effort dû à l'attraction vers le bas entre les sabots et la voie.

De cette manière les roues sont freinées en même temps que les freins agissent sur les rails.

Dans l'un comme dans l'autre cas, les bobines excitatrices sont complètement enfermées dans des boîtes métalliques étanches qui en protègent les enroulements contre l'humidité et les atteintes mécaniques.

Le courant est fourni par les moteurs agissant comme générateurs et les modifications de couplage voulues sont produites par le coupleur général servant au contrôle de la voiture.

L'énergie avec laquelle se fait l'arrêt dépend donc de la vitesse du véhicule, mais elle peut être réglée dans une certaine mesure.

Il est bon que ce réglage puisse être rendu assez doux et pour cela 6 ou 7 plots de freinage sont nécessaires.

C'est au surplus le même nombre de positions que l'on utilise généralement pour les autres freins électriques.

Le frein magnétique de rail, second type, décrit ci-dessus est celui exploité par la Société Westinghouse et appliqué déjà sur un assez grand nombre de voitures, en Angleterre notamment.

D'autres modèles s'en rapprochent plus ou moins.

Parmi ceux du même genre, je mentionnerai notamment le frein Schiemann, de la Société Alioth, et qui est appliqué en particulier sur le chemin de fer électrique de l'Oberland bernois, en combinaison avec le frein à vide Hardy.

Le frein Schiemann comporte l'emploi de sabots formés chacun de 7 noyaux entourés de spires conductrices; ces sabots sont suspendus aux boîtes des essieux par l'intermédiaire de ressorts à boudins, ce qui permet d'en régler la hauteur à mesure de l'usure, et de les tenir à 2 cm environ des rails.

En règle générale, la pratique des freins nouveaux demande une certaine expérience, plus longue que celle nécessaire avec le frein à main.

Partant de cette considération, le *Board of Trade*, en Angleterre, n'admet généralement que des vitesses modérées pour le début; il examine, après quelques années de service, la question de relever les limites.

A Londres les vitesses maxima permises étaient de 4-12 milles; moyennant l'adoption de freins magnétiques de rails, elles ont été portées à 4-16 milles.

D'un autre côté à raison même de leur action plus énergique et plus prompte, les freins rapides demandent à être manœuvrés avec plus de soin que les freins à main et il faut soigner en conséquence l'initiation des conducteurs.

Pour les raisons indiquées les voitures doivent être de construction robuste.

Une remarque générale à faire est que les blocs de bois sont beaucoup meilleurs pour le freinage que ceux de fer. Ils s'usent davantage, il est vrai, mais cela même est une qualité, parce que le renouvellement des surfaces frottantes assure l'obtention d'un coefficient de frottement meilleur. Les blocs de bois sont au surplus d'un prix peu élevé.

Certains spécialistes, partant de la constatation qui précède, estiment que les freins de rails, où les surfaces frottantes sont toutes deux en fer, sont par ce seul fait dans un état d'infériorité marquée. Ils arguent aussi de l'usure supplémentaire infligée aux rails; toutefois, la différence doit être faible. HENRY.

---

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ
## DE MARSEILLE

### DESCRIPTION ET ANALYSE DES APPAREILS EXPOSÉS

**Société de Construction électrique de Lyon.** — LIMITEUR DE COURANT SYSTÈME H. ANDRÉ. — Parmi les appareils exposés par la Société de Construction électrique de Lyon, signalons un des plus intéressants, le limiteur de courant de M. H. André.

Cet appareil a pour but de couper un courant électrique lorsque son intensité dépasse une valeur fixée à l'avance, mais de ne le faire qu'après avoir toléré le dépassement pendant un temps d'autant plus long que celui-ci est plus faible et en tous cas suffisant pour autoriser tous les démarrages utiles, ainsi que les à-coups inévitables dans le fonctionnement normal d'une usine.

L'appareil est, en outre, disposé pour prévenir de l'existence du dépassement dès qu'il se produit, et en annoncer approximativement l'importance; enfin, lorsqu'il coupe le circuit, il permet sa fermeture à nouveau après avoir enregistré son fonctionnement.

Sans parler des fusibles, universellement condamnés maintenant, les appareils connus jusqu'à ce jour présentent tous, soit l'inconvénient de couper le circuit trop tôt après le commencement du dépassement, soit de ne pas être susceptibles d'un réglage assez précis, et, par suite, de ne pouvoir être employés pour limiter une consommation industrielle à une valeur forfaitaire convenue.

Digitized by Google

*Principe.* — L'appareil de M. André se compose essentiellement d'un petit moteur actionnant un treuil qui soulève un poids antagoniste, dont la particularité est d'être variable et à chaque instant égal à l'effort moteur.

Ce poids antagoniste consiste en un seau A percé d'un orifice B à sa partie inférieure et plongeant dans un récipient C plein de liquide.

Si l'effort du relais est égal au poids de la partie solide du seau (la poussée hydraulique étant négligée sur les parois du seau), celui-ci viendra se placer dans la position de la figure 1, son bord supérieur affleurant le niveau du liquide.

Si l'effort du relais est plus grand, le seau sera soulevé jusqu'à ce que le poids du liquide émergé égale l'excès de l'effort (fig. 2), et il y aurait équilibre en ce point si l'ouverture B n'existait pas; mais le liquide s'écoule par cet orifice en vertu de la différence des niveaux dans les deux vases, et la hauteur de liquide diminue dans le seau A; l'équilibre est donc rompu et le seau est soulevé

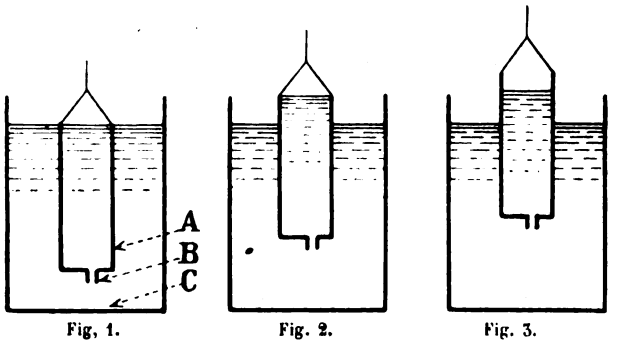



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1, fig. 2, fig. 3. — Poids antagoniste du limiteur H. André.

à nouveau d'une certaine quantité jusqu'à ce que la différence de niveau primitive soit rétablie (fig. 3); le seau monte donc lentement et avec une vitesse constante jusqu'à ce qu'il ait complètement émergé du liquide; à partir de ce moment, sa vitesse s'accélère.

L'effort résistant s'adapte donc automatiquement à l'effort moteur, ceci pour des régimes excessivement variés depuis le cas où il est égal au poids propre du seau, ce qui donne un temps d'ascension très long et cependant un fonctionnement assuré, jusqu'à celui où il dépasse le poids du seau plein de liquide et où l'accélération entre seule en jeu.

Ce résultat ne pouvait être obtenu avec les appareils anciens, car dans ceux à poids constants, l'accélération constituait à elle seule la différence entre l'effort moteur et l'effort résistant, ce qui ne permettait qu'une échelle très courte de vitesses et partant de durées, et dans ceux à freins pneumatiques un régime lent aurait nécessité un orifice tellement étroit que le moindre grain de poussière l'aurait obstrué.

A titre d'exemple, nous donnons la courbe de fonctionnement qui a été relevée par l'Institut électro-technique de Grenoble, sur un appareil en essai à la station de Bourgoin de la Société grenobloise de Force et Lumière; elle permet de se rendre compte de l'élasticité et de la régularité du fonctionnement qui répond aussi bien que possible au but proposé.

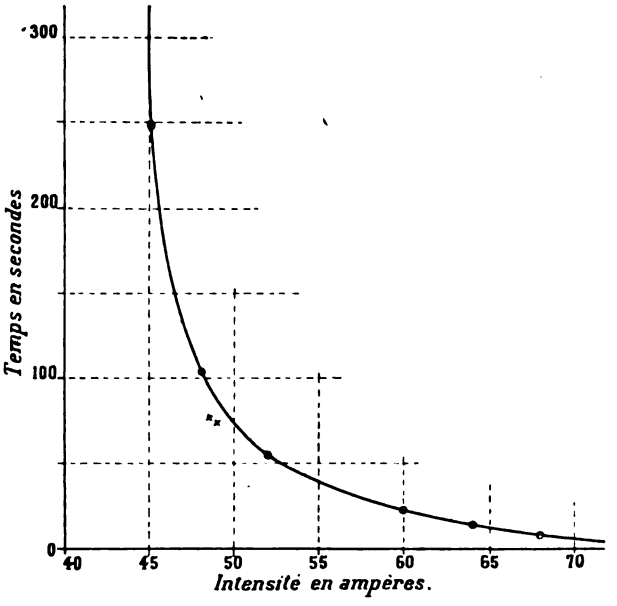



Fig. 4. — Courbe de fonctionnement.

*Description.* — L'appareil se compose d'un récipient 1 dans lequel est disposé un seau 2 percé à sa partie inférieure d'un orifice calibré 3, muni d'un clapet 4 et dont la hauteur utile est limitée par une fenêtre 5.

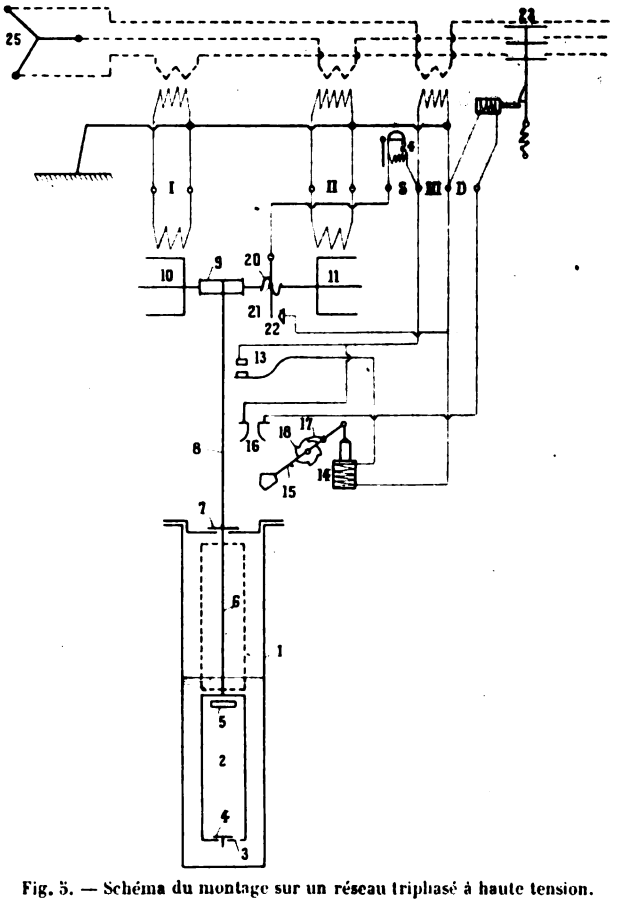



Fig. 5. — Schéma du montage sur un réseau triphasé à haute tension.

Digitized by Google

Ce seau, prolongé par une tige 6 munie d'un disque 7, est suspendu à une ficelle 8, qui s'enroule sur un tambour de treuil 9, lequel est actionné par deux petits moteurs 10, 11 ; ces moteurs sont du type à induction avec champ décalé en partie et induit en court-circuit.

Lorsque le seau arrive en haut de sa course, il ferme en 13 le circuit d'un électro 14 ; celui-ci, en attirant son armature, fait basculer un levier 15, dont le contre-poids vient alors buter entre les contacts 16 et y fermer le circuit du disjoncteur 23 ; un cliquet 17 est actionné par le levier 15 et fait à chacun de ses mouvements de retour avancer le rochet 18 d'un dixième de tour et, par suite, la minuterie 19 qui y est reliée.

Le tambour 9 porte une hélice 20 qui agit sur un tenon 21 fixé à un ressort, lequel a pour effet, lorsqu'il est porté sur la droite, de fermer en 22 un contact de sonnerie.

Sur le schéma, l'interrupteur automatique est représenté en 25, une sonnerie en 24 et les appareils d'utilisation en 25.

*Fonctionnement.* — Lorsque le courant qui traverse les électros est supérieur à une certaine valeur, le couple moteur est supérieur au poids de la partie métallique du seau, et celui-ci est soulevé de telle façon que son poids et celui du liquide émergé équilibre le couple moteur.

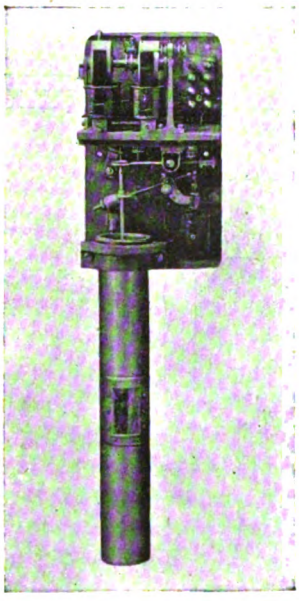


Fig. 6.— Vue d'ensemble du limiteur de courant H. André.

Le liquide s'écoulant par l'orifice 3, le poids total du seau diminue, et celui-ci monte un peu plus pour atteindre une nouvelle position où l'équilibre soit rétabli; le liquide s'écoule à nouveau, et le seau continue à monter, et ceci avec une vitesse sensiblement constante.

Lorsque le seau est prêt à émerger complètement, le disque 7 vient fermer le contact 13, ce qui permet au courant d'une source auxiliaire de traverser l'électro 14; celui-ci attire son armature et ferme en 16 un circuit comprenant la source de courant auxiliaire, et l'électro-aimant de l'interrupteur automatique; celui-ci coupe donc le courant principal. A ce moment, l'électro 14 n'étant plus alimenté, laisse retomber le levier 15, qui entraîne le cliquet 17; celui-ci fait tourner le rochet 18 d'un dixième de tour et avancer la minuterie d'une unité.

Pendant la montée du seau, le tambour du treuil a fait 4 tours et l'hélice 20 a poussé 4 fois le tenon 21 vers la droite, ce qui a fermé 4 fois en 22 le circuit de la sonnerie 24; celle-ci a donc averti du fonctionnement de l'appareil; l'intervalle de temps entre deux appels de sonnerie successives permet à une oreille un peu habituée d'estimer de combien le courant dépasse sa valeur normale et, par suite, le nombre d'outils à débrayer pour maintenir le courant dans les limites concédées.

Lorsque le seau descend, au contraire, soit après fonctionnement de l'appareil, soit après diminution de la charge, le tenon est poussé vers la gauche et la sonnerie n'est pas actionnée.

Le clapet 4 permet le remplissage rapide du seau lorsque le couple moteur a diminué, et, par suite, sa descente rapide et son retour à sa position initiale.

*Appareils accessoires.* — Le limiteur de courant de M. H. André est, dans le cas de courant haute tension, alimenté par deux transformateurs d'intensité disposés sur deux phases du courant à contrôler ; un troisième, disposé par symétrie sur la troisième phase, constitue la source auxiliaire destinée à alimenter la sonnerie et les différents électro-aimants.

Dans le cas de courant à basse tension, on peut éviter l'emploi de transformateurs d'intensité en faisant circuler le courant principal dans le bobinage des électros; il convient alors de régler le point d'émergence, soit en agissant sur le nombre d'ampère-tours au moyen de shunts, soit en agissant sur le poids du seau au moyen de surcharges additionnelles.

La source auxiliaire de courant est alors prise en dérivation entre les deux phases.

*Conclusion.* — L'appareil limiteur du courant de M. André s'adapte à la limitation de puissance des abonnés à forfait des stations hydrauliques de distribution d'énergie auxquelles il évite les majorations simultanées de consommation de leurs abonnés à certaines heures de la journée, qui leur sont si préjudiciables.

Moyennant une modification de la courbe de fonctionnement, ce qui est très facile, puisqu'elle dépend à la fois du poids du seau, de son volume et de la dimension de son orifice, il peut être employé comme limiteur de courant protégeant les stations génératrices contre les courts-circuits plus ou moins francs, et cela sans pouvoir jamais provoquer de ruptures de circuit intempestives.

A. Z.

---

**Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique de Genève.** — Le stand de cette société comprend tout d'abord un groupe formé d'un moteur asynchrone triphasé, commandant une génératrice à courant continu par l'intermédiaire d'un renvoi par courroie.

Le rotor est bobiné et démarre graduellement par l'intermédiaire d'une résistance réglable. Les connexions reliant l'enroulement aux bagues sont passées dans un canal pratiqué dans l'axe de l'arbre.

Ce moteur est pourvu d'un appareil de court-circuit et de relevage automatique des balais. Le support de cet

Digitized by Google

appareil se fixe sur l'un des paliers. Sur ce support peut pivoter un levier à main commandant la douille de court-circuit et le doigt triangulaire portant ces frotteurs. Le levier traverse un guide à cran de forme spéciale, tenu avec le support. La manœuvre s'opère par simple déplacement du levier au travers du guide.

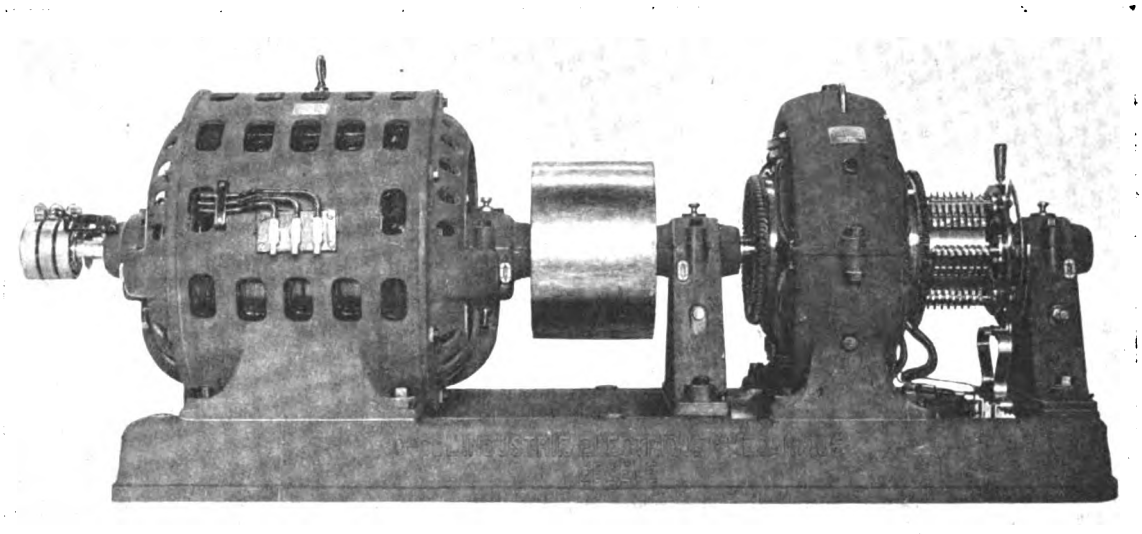


Fig. 1. — Groupe convertisseur de la Compagnie de l'Industrie électrique.

Les caractéristiques de ce moteur sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Tension d'alimentation, en volts. . . . . | 440 |
| Fréquence, en périodes par seconde. . . . . | 25 |
| Intensité, en ampères. . . . . | $3 \times 71{,}5$ |
| Nombre de pôles. . . . . | 6 |
| Puissance utile, en poncelets. . . . . | 45 |
| Vitesse angulaire, en t : m. . . . . | 480 |

La génératrice est du type normal. La carcasse est en acier, et les pôles au nombre de quatre sont feuilletés. Elle répond aux données suivantes :

| | |
|---|---|
| Tension de service, en volts. . . . . | 220 |
| Intensité, en ampères. . . . . | 122 |
| Puissance, en kilowatts. . . . . | 26,84 |
| Vitesse angulaire, en t : m. . . . . | 1000 |

Elle est pourvue d'un rhéostat de champ et d'un démar-

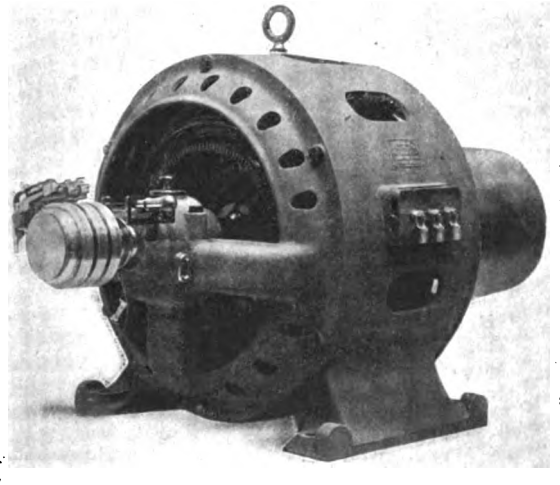


Fig. 2. — Moteur asynchrone avec bagues de démarrage.

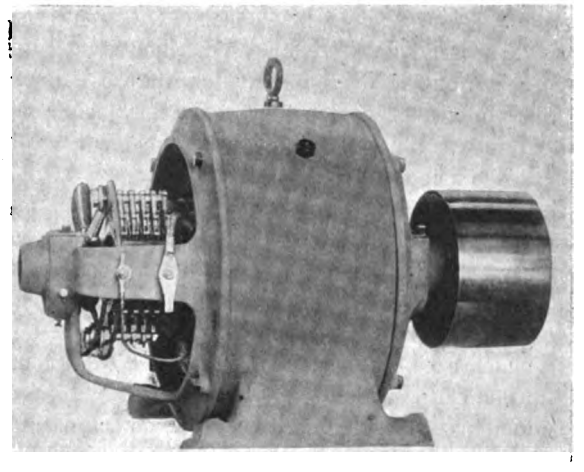


Fig. 3. — Dynamo à courant continu.

reur, de sorte que le groupe peut tourner à vide, soit par le moteur branché sur le réseau triphasé, par l'intermédiaire d'un transformateur triphasé à bain d'huile, soit par la génératrice fonctionnant en moteur.

Le transformateur triphasé répond aux données suivantes :

| | |
|---|---|
| Puissance, en kilovolt-ampères. . . . . | 12 |
| Rapport de transformation. . . . . | 5500/100 |
| Fréquence, en périodes par seconde. . . . . | 25 |

Digitized by Google

Le stand comprend en outre des moteurs asynchrones de 0,75 à 15 chevaux.

Les moteurs de 5 à 15 chevaux exposés sont pourvus d'un enroulement induit bobiné et d'un appareil de court-circuit et de relevage automatique des balais. Ceux de 0,75 à 1 cheval sont à induit en court-circuit.

Dans ce stand se trouvent encore plusieurs machines à courant continu.

Les machines B ont une carcasse en acier à deux pôles venus de fonte.

Le type B 3/4 établi pour la tension 220 volts, avec une intensité de 4,3 ampères, fournit une puissance de 0,94 kw, à la vitesse de 1750 t:m.

Cette dernière machine est utilisée comme moteur pour

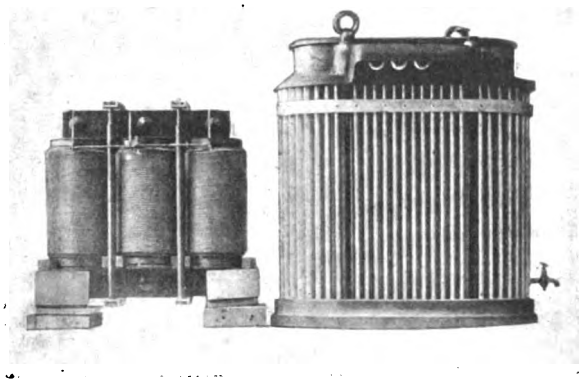


Fig. 4. — Transformateur triphasé.

actionner par courroie un pétrin mécanique « Le Rapide ».

Comme les moteurs asynchrones, les machines à courant continu sont exposées avec leur tableau de mise en marche.

La Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique expose en outre, dans le pavillon Rateau-Thury, un groupe important composé d'un moteur triphasé de 200 chevaux, avec poulie formant accouplement, et d'une génératrice à courant continu de 100 kw.

Ce groupe a été établi en vue de son utilisation future dans les établissements de la Société des Tuileries de la Méditerranée, où il est destiné à actionner par courroie une transmission et à entraîner directement une génératrice pour l'éclairage.

La génératrice est affectée au réseau général à courant continu de l'Exposition.

Le moteur est du type normal, établi pour les données suivantes :

| | |
|---|---|
| Tension, en volts | 440 |
| Fréquence, en périodes par seconde | 25 |
| Intensité, en ampères | 5 × 250 |
| Nombre de pôles | 4 |
| Puissance utile, en kilowatts | 150 |
| Vitesse angulaire, en tours par minute | 750 |

La génératrice possède une carcasse en acier coulé en deux pièces. Les pôles sont feuilletés. L'enroulement inducteur est compound.

L'induit est rainé et l'enroulement à barres recourbées sur la face côté poulie par un procédé spécial, grâce auquel les soudures sont supprimées sur cette face.

La génératrice répond aux données suivantes :

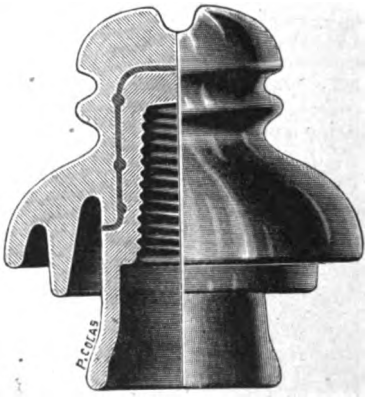
| | |
|---|---|
| Tension, en volts | 240 |
| Intensité, en ampères | 427 |
| Puissance, en kw | 100 |
| Vitesse angulaire, en tours par minute | 750 |

Rappelons en terminant que c'est grâce aux procédés Thury, utilisant des génératrices à courant continu à haute tension, que l'on a pu envisager le transport de l'énergie à de grandes distances à l'aide de deux fils seulement ou même un seul fil et retour par la terre en cas d'accident. Ce procédé est indiqué, vu sa simplicité, dans le projet de MM. Blondel, Harlé et Mähl pour la transmission de l'énergie des chutes du Rhône, de Bellegarde à Paris.

---

**Charbonneaux et Cie.** — *Verreries de Reims.* — Les isolateurs en verre vert commencent à se répandre de plus en plus, aussi voyons-nous au stand de MM. Charbonneaux et Cie tous les modèles d'isolateurs que l'on est habitué à voir en porcelaine.

Les isolateurs en verre ont certains avantages, ils sont meilleur marché d'abord, et leur nuance verte les dissimule et leur vaut d'être épargnés par les pierres si sou-



vent lancées contre la porcelaine. Le verre donne du reste d'excellents isolements, il présente aussi une résistance mécanique bien suffisante.

C'est ainsi que, d'après les certificats d'essais, ces isolateurs ont présenté au cisaillement et aux chocs une résistance supérieure respectivement de 50 pour 100 et de 80 pour 100 à celle des meilleures porcelaines.

Les modèles de basse et haute tension paraissent bien étudiés. La marque « Isorex » sous laquelle ils sont présentés, nous paraît appelée à recevoir de nombreuses applications dans le domaine électrique.

---

**MM. Centore et Marty.** — Non loin de là, nous trouvons les isolateurs en porcelaine de Hermsdorf, présentés

Digitized by Google

par MM. Centore et Marty. L'usine qui les fabrique possède un laboratoire admirablement outillé qui permet de soumettre les isolateurs à des essais de toutes sortes. Une batterie de 5 transformateurs que l'on peut coupler de diverses manières fournit une tension pouvant atteindre 200000 v de façon à pouvoir faire travailler les isolateurs à une tension au moins égale à 4 fois la tension en service courant. Une terrasse placée sur le laboratoire sert à exposer les isolateurs à toutes les intempéries, une guérite disposée à proximité permet de les observer lorsqu'ils sont sous tension et cela dans les conditions de la pratique. A. Z.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 6 juillet 1908.*

**Le phénomène de Bose-Guillaume et l'électrisation de contact.** — Note de M. Jean Perrin, présentée par M. J. Violle. — L'analyse expérimentale par laquelle M. Guillaume a relié aux règles d'électrisation que j'ai données (1) un phénomène jusqu'ici resté isolé peut se résumer comme il suit :

1° Si l'on plonge dans un électrolyte deux fils d'un même métal dont l'un est habillé d'une gaine poreuse et si l'on tord ce dernier, il cesse d'être au même potentiel que l'autre. La force électromotrice ainsi développée par une torsion donnée disparaît très rapidement.

2° Le sens et la grandeur de cette force électromotrice sont déterminés par la présence de certains ions, même en quantités très petites. Ce sont précisément les ions dont j'ai montré qu'ils déterminent le sens et la grandeur de l'électrisation que prend un diélectrique par contact avec l'électrolyte.

De façon plus précise, les ions $H^+$ et $OH^-$ agissent très fortement, en sens inverse l'un de l'autre, mais sont *paralysés* par les ions polyvalents du signe opposé. La corrélation est frappante et le tableau numérique donné par M. Guillaume présente un parallélisme évident avec ceux que j'ai publiés.

Reste à trouver le mécanisme qui explique cette corrélation. Je propose l'explication suivante :

La gaine spongieuse du fil en expérience, imbibée par la liqueur, se charge au contact de celle-ci tout le long de l'énorme surface de ses replis. La liqueur qui l'imprègne contient donc un excès de charges du signe inverse (couche double de Quincke-Helmholtz).

Si alors on tord le fil, ce qui tord la gaine spongieuse, un peu de ce liquide *chargé* suinte de cette éponge vers l'électrolyte extérieur, d'où résulte une différence de potentiel entre les deux fils qui se trouvent de part et d'autre de la gaine. Cette différence de potentiel sera donc déterminée par les causes qui agissent sur l'électrisation de contact entre la matière de la gaine et la liqueur. Il est aisé de voir que ceci est en très bon accord avec chacun des résultats de M. Guillaume.

Le phénomène peut être rapproché de celui qu'on obtient en faisant filtrer un électrolyte à travers un diaphragme poreux : l'entraînement de charges de contact par la liqueur produit de part et d'autre du diaphragme une différence de potentiel notable (*force électromotrice de filtration*).

(1) *Comptes rendus*, 1903, et surtout *Journ. de Chimie physique de Genève*, 1903-1904.

## BIBLIOGRAPHIE

**Le passé, le présent et l'avenir de la télégraphie sans fil**, par Émile Guarini, professeur à l'École d'Arts et métiers de Lima. — *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs. Paris, 1908. — 1 vol. de 192 pages, avec 366 figures. Prix : 4 fr.

Le but de ce travail est de décrire brièvement tout ce qui peut aider à effectuer des essais de télégraphie sans fil dans les pays neufs, tels que le Pérou, où réside actuellement M. Guarini. Ce dernier préconise particulièrement le système qui utilise les courants alternatifs ordinaires transmis au moyen du sol ou de l'eau. Il étudie successivement les divers types de transmetteurs, la haute fréquence, les divers types de récepteurs, les répétiteurs pour la télégraphie sans fil, les avantages et les inconvénients des divers systèmes imaginés, la syntonisation, la propagation des ondes dans la télégraphie sans fil à grande distance, les applications diverses de la télégraphie sans fil, etc. M. Guarini donne aussi les résultats de ses nombreuses expériences personnelles et permet de se rendre un compte exact de l'état de cette question si actuelle de la télégraphie sans fil.

**Les merveilles de l'électrochimie, son avenir au Pérou**, par Émile Guarini, professeur à l'École d'Arts et métiers de Lima. — *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs. Paris, 1908. — 1 vol. de 152 pages, avec 99 figures. Prix : 5 fr.

M. Émile Guarini continue la série de ses travaux de vulgarisation scientifique par une étude documentée sur les nombreuses applications de l'électro-chimie. Il traite successivement de l'effet Joule et de l'arc voltaïque, de la soudure électrique, de la fusion, du traitement électrothermique des minerais, du diamant artificiel, des carbures et des siliciures, du voltamètre, de l'électrolyse de l'eau, de la galvanoplastie, de l'affinage des métaux, du traitement électrolytique des minerais, des produits électrochimiques, de l'électrolyse appliquée à la chimie organique, de l'analyse électrochimique, de l'étincelle électrique, de l'ozone, de l'azote, etc.

Digitized by Google

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

**Union Anversoise de tramways.** — L'assemblée s'est tenue le 7 juillet à Anvers et a approuvé les comptes présentés.

Voici les comptes de l'exercice 1907-1908 :

| | |
|---|---|
| Bénéfice brut | 555 131,88 fr. |
| Report précédent | 12 791,71 |
| Total | 567 923,59 fr. |
| A déduire : | |
| Frais généraux, taxes, impôts, etc. | 88 336,82 |
| Bénéfice net | 479 586,77 fr. |
| Répartition : | |
| A la réserve | 23 339,75 |
| 4 pour 100 aux actions de capital | 200 000 » |
| Tantièmes | 49 013,48 |
| Superdividende aux actions de capital | 100 000 » |
| Dividende aux actions de dividende | 100 000 » |
| Réserve extraordinaire | — |
| A nouveau | 7 233,54 |
| Total | 479 586,77 fr |

La crise très grave qui, pendant toute l'année 1907, a affecté le marché financier mondial et a provoqué partout le ralentissement des affaires, a eu pour conséquence de restreindre l'activité de la Société.

La Société s'est intéressée dans les travaux d'équipement électrique du réseau de la Compagnie générale des Tramways d'Athènes et du Pirée, qu'elle exécute conjointement avec d'autres constructeurs.

Elle poursuit, concurremment avec la Compagnie Mutuelle des Tramways, les travaux de construction et d'électrification des tramways de Salerne et des tramways de Saratov, ainsi que les travaux d'éclairage dans cette dernière ville.

Elle vient de terminer les travaux qui lui avaient été confiés par la Compagnie des Tramways de Rosario.

Malgré la baisse sérieuse que la plupart des actions et obligations de tramways et d'entreprises électriques ont subie ces derniers temps, le portefeuille de la Société au 31 mars dernier, avait une plus-value. Les titres qui lui ont été attribués en rémunération de ses études et concours, continuent à figurer au bilan pour 1 fr.

Le bilan arrêté au 31 mars 1908 :

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Caisse et banque | | 674 115,03 fr. |
| Portefeuille titres | 4 284 949,98 fr. | |
| Moins versements non appelés | 267 000 » | |
| | | 4 017 949,48 |
| Mobilier | 5 134 » | |
| Moins amortissements | 5 133 » | |
| | | 1 » |
| Participations financières et études en cours | | 1 047 907,06 |
| Divers débiteurs | | 1 886 000,00 |
| Cautionnements et comptes d'ordre | | 3 340 000,00 |
| | | 10 965 973,07 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Capital | 5 000 000,00 |
| Réserves : | |
| Légale | 89 514,51 |
| Extraordinaire | 400 000,00 |
| Dividendes non réclamés | 21 846,50 |
| Divers créditeurs | 1 635 025,49 |
| Déposants et comptes d'ordre | 3 340 000,00 |
| Profits et pertes | 479 586,77 |
| | 10 965 973,07 fr. |

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. E. S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

8813/386 587. — **Société de matériel téléphonique Georges Aboilard and C^e^.** — *Commutateur téléphonique* (18 avril 1907).

386 959. — **Chassin.** — *Procédé d'excitation conduisant à une machine dynamo-électrique perfectionnée* (5 février 1908).

386 956. — **Le Pontois.** — *Magnéto à fer tournant* (6 février 1908).

587 051. — **Turner.** — *Machine dynamo-électrique* (8 février 1908).

586 854. — **Roslin d'Ivry.** — *Appareil transmetteur récepteur de télémécanique électrique* (23 avril 1907).

386 945. — **Société d'électricité Nilmelior.** — *Perfectionnements apportés à la construction des trembleurs pour bobines d'induction* (5 février 1908).

386 989. — **Société Sailly, Caillet et C^ie^.** — *Dispositif d'isolateur armé pour canalisations électriques* (7 février 1908).

587 114. — **Holden.** — *Perfectionnements apportés aux compteurs d'électricité* (11 février 1908).

386 971. — **Guercin.** — *Procédé et appareil pour provoquer la création de flux à manifestations électro-magnétiques* (12 décembre 1907).

386 972. — **Guercin.** — *Procédé et appareil pour induire, capter et transmettre sans fil les flux à manifestations électromagnétiques* (12 décembre 1907).

386 973. — **Guercin.** — *Procédé et appareil pour transmission d'énergie par un seul fil* (12 décembre 1907).

587 104. — **Dassonville.** — *Appareil électrolyseur à tablier entraîneur applicable au blanchiment et dégraissage des fibres végétales et animales, tissus, pâte à papier et au traitement de tous liquides* (10 février 1908).

587 117. — **Société dite : Kings Norton Metal Company Limited, Bayliss, Hodgkinson, Hardcastle, Coote et Payne.** — *Procédé pour enlever des surfaces métalliques ou autres les couches de doublage, de revêtement ou d'encrassage métalliques qui les recouvrent* (11 février 1908).

386 995. — **Assersohn.** — *Supports et accessoires de montage pour lampes à incandescence électrique tubulaires.*

8846/386 224. — **Société C. Vigreux et L. Brille.** — *Pendule électrique réceptrice oscillante permettant de voir l'heure de toutes positions sans fils souples extérieurs* (25 janvier 1908).

8814/385 060. — **Mmes Croc et Garnier.** — *Appareil électro-automatique pour projections lumineuses* (18 avril 1907).

587 258. — **Société Polyphos Elektrizitats-Gesellschaft m. b. H.** — *Procédé de transmission d'images par le courant électrique, à l'aide de résistances sensibles à la lumière, placées au poste transmetteur* (15 février 1908).

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

62 551. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 401. 10 Septembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

## SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Les entreprises électriques en Suisse. — Stations de télégraphie sans fil. — Les chutes d'eau scandinaves. — Construction et importation de machines électriques au Japon. — La première locomotive des chemins de fer de l'État prussien à courant alternatif simple. — Cinq mille stations centrales en Amérique. . 385
CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Ille-sur-Tet. . . 388
NÉCROLOGIE. — Henri Becquerel. — E. Mascart. . . . . 388
ÉCHAUFFEMENT DES CABLES DANS LE CAS DE SERVICE INTERMITTENT. F. L. . . . . 389
INSTALLATIONS DE TURBINES A VAPEUR DE FAIBLE PUISSANCE. G. Davy. 391
LA PROTECTION DES COMPTEURS CONTRE LA FOUDRE. A. Soulier. . . 392
TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'HEURE SANS FIL. F. L. . . . . 393
STATISTIQUE DES ACCIDENTS DUS A L'ÉLECTRICITÉ EN AUTRICHE ET EN SUISSE. F. L. . . . . 394
LAMPE HÉLION. A. Bainville. . . . . 396
EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. . . . . 397
ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 13 juillet 1908.* — Remarques à propos de la note de M. Tissot « Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques », par M. **Édouard Branly** . . . . . 402
*Séance du 20 juillet 1908.* — Appareil de sécurité contre des étincelles perturbatrices ininterrompues, en téléméchanique sans fil, par **Ed. Branly**. . . . . 402
*Séance du 27 juillet 1908.* — Du mode différent dont se comportent, comme détecteurs d'oscillations électriques, les contacts imparfaits à variation de résistance et les contacts thermo-électriques, par M. **C. Tissot**. — Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions, par M. **P. Pascal** . . . . . 403
*Séance du 3 août 1908.* — Contribution à l'étude dynamique des moteurs, par M. **A. Witz**. — Sur les détecteurs à pointe de tellure et de tellurures, par M. **Édouard Branly**. — Conditions et durée d'auto-excitation des dynamos, par M. **Swyngedauw**. — Arc électrique entre une électrode solide et un liquide, par M. **G. Athanasiadis**. . . . . 404
*Séance du 10 août 1908.* — Action de l'émanation du radium sur les solutions des sels de cuivre, par Mme **Curie** et Mlle **Gleditsch**. — Sur une application nouvelle de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit, par M. **E. Mercadier**. . . 405
BREVETS D'INVENTION. . . . . 405
CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblée générale :* Société des Forces électriques de la Goule. . . . . 406

## INFORMATIONS

**Les entreprises électriques en Suisse.** — La *Revue polytechnique* de Genève publie l'intéressant rapport reproduit ci-dessous de M. Thiboust, consul général de France à Genève.

« Les banques de la Suisse et principalement celles de Zurich sont largement intéressées dans des entreprises électriques qui ont produit dans les dernières années d'assez fructueux résultats. C'est ce qui leur a permis, d'une part, de distribuer des dividendes importants à leurs actionnaires et, d'autre part, de servir à leurs déposants, même pour les comptes à vue, des intérêts de 4 et 4,5 pour 100.

« Les entreprises électriques dont les actions sont mises en portefeuille par les banques suisses, ou sont recommandées par elles à leurs clients, comme placement, n'ont pas toutes leur siège en Suisse.

« On verra dans le tableau ci-dessous, présentant les principales de ces sociétés, que plusieurs et non des moindres sont allemandes, italiennes, espagnoles.

A. — *Entreprises de fabrication.*

| Noms. | Siège. | Capital. |
|---|---|---|
| Société anonyme Brown-Boveri et Cie. . . . . | Baden (Argovie). | 16 000 000 francs. |
| Société générale d'électricité. . . | Berlin. . . . . | 100 000 000 francs. |

B. — *Sociétés d'exploitation.*

| | | |
|---|---|---|
| Motor, société anonyme pour l'électricité appliquée. . . . . | Baden. . . . . | 15 000 000 francs. |
| Compania Barcelonesa electricidad. | Barcelone. . . . | 14 000 000 francs. |
| Société électrique de Strasbourg. . | Strasbourg. . . | 7 500 000 marks. |
| Officine elletriche Genovesi. . . . | Gênes. . . . . | 9 000 000 lires. |
| Unione italiana tramways elletrici. | Gênes. . . . . | 18 000 000 lires. |
| Société allemande transatlantique d'électricité. . . . . | Berlin. . . . . | 72 000 000 marks. |

C. — *Trusts d'entreprises électriques.*

| | | |
|---|---|---|
| Banque pour entreprises électriques. . . . . | Zurich. . . . . | 40 000 000 francs. |
| Société franco-suisse pour l'industrie électrique. . . . . | Genève. . . . . | 25 000 000 francs. |
| Elektrizitäts Lieferung-Gesellschaft. | Berlin. . . . . | 10 000 000 marks. |

« L'extension très considérable que prennent en Suisse et dans les pays voisins les applications de l'énergie électrique permet à ces diverses entreprises de prospérer et quelques-



Digitized by Google

unes ont dû même, pour faire face au développement de leurs affaires, emprunter, sous forme d'émission d'obligations, des sommes importantes,

« Dernièrement la « Banque pour entreprises électriques » fondée en 1895, a contracté ainsi un emprunt de 5 millions de francs pour acquérir des concessions en vue de l'utilisation industrielle de l'électricité. Cette opération a porté le capital obligations de la dite banque à 40 millions de francs, somme égale à son capital actions.

« Plus récemment encore un emprunt de 7 500 000 fr a été fait, au moyen de l'émission d'obligations, par la Société anonyme des usines électriques Beznau-Lontsch, constituée le 6 décembre 1907 avec siège à Bade (Argovie). Cette société a pour objet l'acquisition et l'exploitation des usines situées sur l'Aar à Beznau, près Doetingen (Argovie) et sur le Lontsch (Glaris), ainsi que la vente de l'énergie créée par ces établissements.

« L'originalité de l'entreprise est l'idée de faire du lac de Klonthal, dont le niveau serait surélevé, un réservoir d'une capacité telle qu'il puisse emmagasiner pendant les périodes de pluie l'excédent du débit d'eau des affluents sur celui nécessaire à l'exploitation.

« Cette réserve remédiera pendant les périodes de sécheresse à l'insuffisence des affluents. Grâce à ce procédé qui assurera la régularité du courant, on calcule que les usines de Besnau et de Lontsch, pourront produire annuellement 130 millions de kw-h.

| CAPITAL ACTIONS. | NOMS DE L'ENTREPRISE. | CAPITAL OBLIGATIONS. | DIVIDENDE EN CENTIÈMES. 1906. | 1907. |
|---|---|---|---|---|
| | *Fabriques* : | | | |
| 16 000 000 | Brown Boveri à Baden. . . | 10 000 000 | 11 | 11 |
| 100 000 000 | Société générale (A.-E.-G.). Berlin. . . . . | 4 915 000 | 11 | 12 |
| 5 000 000 | Société Alioth, Bâle. Actions primitives. . . . . | 5 000 000 | | 5 |
| 5 000 000 | Société Alioth, Bâle. Actions de priorité. . . . . | | | |
| 26 000 000 | Société de l'aluminium. Neuhausen.. . . . . | 5 870 000 | 22 | 26 |
| 8 000 000 | Ateliers d'Oerlikon.. . . . | 4 000 000 | » | 4 |
| | *Sociétés d'exploitation* : | | | |
| 15 000 000 | Société Motor. Baden.. . . | 8 000 000 | 6 | 6 |
| 2 000 000 | Station de Olten-Aarburg. . | 2 437 000 | 5,5 | 5,5 |
| 12 000 000 | Station de Lonza. . . . . | 2 800 000 | 3 | 5 |
| 4 250 000 | Station de Kubel-Herisau. . | 4 250 000 | 6 | 7 |
| 7 500 000 | Station de Strasbourg . . | 2 000 000 | 11 | 12 |
| 9 000 000 | Officine elletriche. Genovesi. . . . . | 6 000 000 | 10 | 10 |
| 14 000 000 | Compania Barcelonesa de electricidad. . . . . | 13 931 500 | 7,5 | 7,5 |
| — | Éclairage de Saint-Pétersbourg. . . . . | — | 8 | 8 |
| 72 000 000 | Société allemande transatlantique d'électricité. . | 15 000 000 | 9,5 | 9,5 |
| | *Banques et trusts* : | | | |
| 36 000 000 | Banques pour entreprises électriques. . . . . | 35 795 000 | 9 | 9,5 |
| 25 000 000 | Société franco-suisse pour l'industrie électrique. Genève.. . . . . | 10 000 000 | 4 | 4 |
| 20 000 000 | Société suisse pour l'industrie électrique. Bâle. . . | 50 000 000 | 5 | 6 |

« J'ai cru devoir entrer dans ces détails pour indiquer dans quelles proportions grandioses on escompte, en Suisse, le développement, à bref délai, de l'utilisation de l'énergie naturelle dont la région est si largement dotée. A ce point de vue on peut prévoir qu'en général le travail industriel a de puissantes chances d'accroissement en Suisse et que le renchérissement de la main d'œuvre dont les autres pays souffrent de plus en plus, sera ici moins dangereux qu'ailleurs pour la marche des affaires, étant données les conditions relativement faciles et économiques dans lesquelles l'énergie motrice sera toujours produite. C'est pourquoi les grandes sociétés dont je viens de parler n'hésitent pas à attacher aux obligations qu'elles émettent un intérêt fixe de 4,5 pour 100. Elles ne se réservent même le droit de rembourser leurs emprunts ou de les convertir qu'après une période de dix années. Ce fait prouve leur désir d'obtenir, dès maintenant, les fonds qui leur sont nécessaires pour élargir leur champ d'activité et aussi leur confiance dans les résultats qu'elles escomptent. On doit reconnaitre du reste que cet optimisme est encouragé par la marche ascendante des ventes de courant électrique; les recettes de cette provenance ont été en effet pour les usines électriques de Beznau-Lontsch de 651 000 fr en 1904: de 1 141 000 fr en 1905; de 1 512 000 fr en 1906; en 1907 elles atteignaient déjà au 30 septembre 1 418 000 fr. »

Comme suite à ce rapport, il est intéressant d'indiquer la situation financière des diverses entreprises et banques suisses, nous empruntons le tableau ci-contre à la *Schweizerische elektrotechnische Zeitschrift.*

**Stations de télégraphie sans fil.** — D'après l'*Electrical Engineering*, il existe actuellement 1550 stations de télégraphie sans fil, 195 stations sur terre ouvertes au public, 170 sur des navires marchands, 150 sur des navires phares, 670 stations pour la marine, 55 stations militaires transportables et 310 installations d'essais. Les systèmes employés sont indiqués ci-après :

| | | |
|---|---|---|
| Telefunken. . . . . | 41 | pour 100. |
| Marconi. . . . . | 20 | — |
| De Forest. . . . . | 6 | — |
| Lodge Muirhead. . . . . | 3 | — |
| Fessenden. . . . . | 3 | — |
| Autres systèmes. . . . . | 27 | — |

32 pour 100 des stations sur terre sont du système Marconi, ainsi que 56 pour 100 de celles installées sur les bateaux de commerce. F. L.

**Les chutes d'eau scandinaves.** — *Houille blanche* de juillet de 1908, d'après une étude de M. Sven Lubeck, ingénieur des ponts et chaussées en Suède. — L'utilisation des chutes d'eau, dans les pays scandinaves, prend de plus en plus d'importance, étant donnés les progrès réalisés tant pour la traction que pour l'électrochimie. En Suède, l'État a acquis des chutes importantes, celle de Troellatten par exemple; en Norwège on vient d'achever l'installation de deux usines de 30 000 et 40 000 chevaux et deux autres de 145 000 et 70 000 chevaux sont en construction; en Finlande on construit également des usines considérables

L'énergie en chutes d'eau dont disposent les pays scandinaves est à peu près égale à celle que consomme actuellement le monde entier; l'auteur donne ensuite un aperçu de celle qui pourrait être mise en exploitation dans un délai relativement court, et cela économiquement.

Dans cette étude les cours d'eau de peu d'importance ont été laissés de côté, de même les fleuves en amont des grands lacs, et ceux pour lesquels la régularisation est trop difficile.

La régulation est facilitée par la présence des lacs. En Norwège les lacs ont moins d'étendue qu'en Suède et en Finlande, mais par contre la hauteur de régulation (des hauteurs de 10 m ne sont pas rares) peut y être plus élevée. Dans le nord de la Suède la hauteur de régulation ne sera guère que de 5 m, mais elle sera encore suffisante. Dans le midi de la Suède, et en Finlande, de même que dans le sud-est de la Norvège, les hauteurs de régulation de 1,5 à 2 m seulement seront des plus courantes.

Les fleuves scandinaves montrent des dispositions par échelons, avec chutes concentrées entre bassins d'eau calme; la hauteur utilisable des chutes a été calculée. Comme exemple l'auteur cite la rivière de Lagan dans la Suède méridionale où un échelonnement complet à partir de Hjulsnas jusqu'à la mer sera bientôt achevé, sur une longueur de 76 km, avec une hauteur de chute naturelle de 124 m, utili-

Digitized by Google

sée en échelons de 3 à 25 m de hauteur. La pente moyenne de la rivière après les travaux d'aménagement a été estimée environ 1:7000, correspondant à une perte de chute de 11 m à laquelle viennent s'ajouter des pertes de chute locales pour les 12 ou 13 usines, de 0,4 m au maximum pour chacune, soit en tout 5 m. La hauteur de chute effective sera 124-16 = 108 m et les pertes de 13 pour 100, de la hauteur de chute naturelle.

Le tableau suivant donne le résumé des calculs effectués :

| | Suède. | Norvège. | Finlande. |
|---|---|---|---|
| Surface en km². . . . . | 450 000 | 522 000 | 575 000 |
| Hauteur de pluie en mm. . | 600 | 1 000 | 500 |
| Proportion d'écoulement en pour 100. . . . . | 60 | 70 | 55 |
| Écoulement moyen m³ : s. | 5 140 | 7 150 | 5 250 |
| Hauteur moyenne en m. . | 240.40 | 450.50 | 150.25 |
| Puissance totale en millions de chevaux. . . . | 10 | 28 | 4 |
| Puissance disponible après régularisation. . . . . | 5,8 | 1.8 | 0,9 |
| Rapport de ces puissances en pour 100. . . . . | 58 | 17 | 25 |
| Puissance disponible sans régularisation. . . . . | 2 | 1,5 | 0,6 |
| Puissance utilisée ou en voie d'utilisation en milliers de chevaux. . . | 350 | 480 | 70 |
| Coefficient d'utilisation. . | 9,2 | 10 | 7,8 |

La Scandinavie disposera par conséquent de 9 à 10 millions de chevaux sur l'arbre de la turbine, dont 40 pour 100 pour la Suède, 50 pour 100 pour la Norvège et 10 pour 100 pour la Finlande. 12 pour 100 des chutes suédoises appartiennent à l'État. En Norvège et en Finlande l'État possède peu de chutes :

Pour la Suède l'auteur estime que l'on pourrait immédiatement utiliser, une puissance de 1,5 million de chevaux se répartissant comme il suit :

| | |
|---|---|
| Remplacement de la houille. . . . . | 400 000 chevaux. |
| Fabrication d'engrais chimiques. . . . . | 500 000 — |
| Fonte de fer et d'acier. . . . . | 200 000 — |
| Industrie du bois et du papier. . . . . | 200 000 — |
| Industrie chimique (carbure, etc.). . . . . | 50 000 — |
| Divers. . . . . | 150 000 — |
| Total. . . . . | 1 500 000 chevaux. |

Dans cette estimation, l'auteur se base sur le fait que la Suède importe actuellement 4 millions de tonnes de charbon, représentant une énergie correspondant à une puissance moyenne de 700 000 chevaux. Cette importation sera réduite pour les usines d'éclairage pour un grand nombre de fabriques et pour la traction.

Pour la fabrication des engrais chimiques, l'on utilisera deux méthodes, l'une, celle de Berkeland-Eyde, appliquée dans une usine de 30 000 chevaux près de Notodden dans le Telemarken, produit du nitrate de chaux; avec l'autre, appliquée à Hardanger dans une usine de 10 000 chevaux, on produit du cyanamide-calcium.

Dans le sud les hauteurs de chute sont moins grandes que dans le nord et l'auteur estime de 350 à 490 fr les frais d'installation complète y compris machines, par cheval électrique; ces frais sont estimés à 210-420 fr dans le nord. Dans le sud et l'ouest de la Norvège, les chutes sont très élevées et l'installation du cheval reviendra de 150 à 280 fr.

L'auteur donne comme exemple de chutes d'eau du sud de la Norvège, le barrage de régularisation nouvellement achevé à Mjosvand où les dédommagements à payer aux riverains pour une hauteur de surélévation de 10 m d'un lac ayant une surface de 54,3 km² se sont élevés seulement à 56 000 fr. Grâce à ce barrage le débit d'étiage passe de 4 à 40 m³ à la seconde; ce qui représente 220 000 chevaux aux chutes de Rjukan situées immédiatement en aval et ayant 550 m de hauteur. Dans le Hardanger fjord, on construit actuellement une usine de 40 000 chevaux avec une hauteur de chute de 400 m où la quantité d'eau à l'étiage sera augmentée par un barrage ayant une hauteur de 24 m.

L'auteur termine son rapport comme il suit : « En résumé l'énergie des chutes d'eau de la Scandinavie est si considérable et peut en général être exploitée si avantageusement, qu'elle ne tardera pas à jouer un grand rôle sur le marché de l'industrie européenne, réalisant le propos suivant que Nicolas Tesla aurait tenu à un Suédois : Pour ce qui est de votre pays, je suis d'avis qu'il va au-devant d'un grand avenir. Croyez-moi, vous serez bientôt une nation riche. Aussi bien l'Angleterre que l'Allemagne seraient aises de pouvoir dire leurs, les sources infaillibles de richesses que vous possédez. » F. L.

**Construction et importation de machines électriques au Japon.** — Sous ce titre l'*Electrical World* donne les renseignements suivants. En 1904, il y avait au Japon, 24 petites fabriques de machines et appareils électriques, elles employaient 756 personnes, et la puissance totale des machines fabriquées s'élevait à 500 kw environ. Après la guerre russo-japonaise, l'industrie électrotechnique prit un grand essor; il se fonda des fabriques importantes à Kobé, Nagasaki et Kawasaki, qui cependant se bornèrent à la construction de petites machines et appareils. L'importation de machines électriques, fils et câbles, monta de 1 million de yens (le yen vaut 2,50 fr) en 1896, à 5,25 millions de yen en 1904 et fut plus du double l'année suivante (6,76 millions de yens).

D'après les constatations faites, elle va s'élever à 12,5 millions de yens, et cette valeur croîtra encore après que les chemins de fer auront été rachetés par l'État. En 1905 on a importé pour 1 demi-million de yens de véhicules. Le tableau suivant indique la valeur des machines électriques importées par les divers pays en yens :

| | 1900. | 1904. | 1905. |
|---|---|---|---|
| États-Unis. . . . | 195 000 | 872 000 | 1 860 000 |
| Angleterre. . . . | 97 000 | 228 000 | 423 000 |
| Allemagne. . . . | 15 000 | 222 000 | 168 000 |
| Divers. . . . . | 2 000 | 3 000 | 5 000 |
| | 309 000 | 1 265 000 | 2 456 000 |

Les appareils téléphoniques et télégraphiques sont principalement importés d'Allemagne, les câbles sous-marins viennent d'Angleterre. F. L.

**La première locomotive des chemins de fer de l'État prussien à courant alternatif simple.** — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 22 avril donne la description de cette locomotive fournie par la Société générale électrique allemande et la fabrique « Vulcan » de Stettin, et mise en service sur la ligne d'essai d'Orianenburg. Elle se compose de deux moitiés réunies par une articulation. Trois des essieux sur quatre sont moteurs. Le poids total est de 59,47 tonnes, le poids adhérent de 45,31 tonnes. Les trois moteurs sont du type à collecteur Winter-Eichberg, à refroidissement artificiel ayant chacun une puissance de 257 kw, une vitesse angulaire de 450 t:m, sous une tension de 1000 v à la fréquence 25.

Le fil de ligne est à la tension de 6000 v et le courant recueilli au moyen de deux archets, et ramené à 1000 v dans un transformateur ayant un enroulement à haute tension et deux à tension inférieure dont un à 300 et l'autre à 1000 v.

Les moteurs et le transformateur sont refroidis au moyen d'un ventilateur actionné par un moteur de 21 kw à la vitesse angulaire de 700 t:m. L'air comprimé pour les freins est fourni à 8 atmosphères par un moteur de 5 kw.

Il y a des cabines à chacune des extrémités de la locomotive où prennent place le mécanicien et le chef de train.

F. L.

**Cinq mille stations centrales en Amérique.** — L'*Electrical World* du 2 mai, annonce qu'au mois d'avril le nombre de Compagnies d'électricité en Amérique était de 5000, et le

Digitized by Google

capital de 5 milliards. En 1902, le nombre des Compagnies était de 3620. L'Illinois possède le plus de Compagnies, 419; dans l'État de New-York il y en a 345 et en Pensylvanie 331: beaucoup sont entre les mains des municipalités. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Ille-sur-Tet (Pyrénées-Orientales).** — *Monopole de l'éclairage.* — Une séance a été entièrement employée à la discussion du nouveau cahier des charges présenté par la Compagnie roussillonnaise d'électricité et relatif à l'éclairage électrique public et privé de cette localité.

En échange du monopole de l'éclairage qu'elle reçoit pour quarante ans, la Compagnie s'engage :

A éclairer gratuitement la mairie par quatre lampes de 20 bougies disposées au gré du conseil municipal.

A éclairer les établissements communaux compris dans le rayon d'action de la Compagnie, par trente lampes de 10 bougies qui pourront être alternatives, mais sans dépasser le nombre de soixante lampes. Le nouvel abattoir situé en dehors du rayon d'action pourra recevoir deux de ces lampes, mais les frais de canalisation et d'installation seront payés moitié par la Compagnie, moitié par la commune.

La Compagnie installera et entretiendra quatre lampes sur la nouvelle avenue de la Gare. Elle éclairera la ville au moyen de cent lampes de 20 bougies placées aux endroits indiqués par le conseil municipal, moyennant une redevance annuelle de 1000 fr et 250 fr pour l'entretien.

Elle fournira gratuitement deux grandes lampes à arc qui devront fonctionner pendant quatre heures les jours de fête et de foire, fixés par le cahier des charges. D'autres lampes à arc pourront fonctionner à la demande de la municipalité et moyennant une redevance de 7 fr par lampe pour le premier jour et 3 fr pour chaque jour suivant.

La lumière doit fonctionner de la tombée du jour au lever du soleil. Diverses amendes sont prescrites en cas de manquement ou d'insuffisance. La constatation d'insuffisance sera faite par le maire ou son délégué et un agent de la Compagnie ou par deux témoins si cet agent fait défaut.

La Compagnie n'a pas le monopole du chauffage et de la force motrice, mais elle est autorisée à vendre de l'énergie pour ces applications. M. le Maire a donné lecture du cahier des charges qui a été discuté article par article et adopté par le conseil municipal, sauf quelques légères modifications qui seront soumises à la Compagnie roussillonnaise d'électricité.

## NÉCROLOGIE

### HENRI BECQUEREL

La science française continue à éprouver de grandes pertes, c'est aujourd'hui encore un savant célèbre, M. Henri Becquerel, qui disparaît, petit-fils d'Antoine Becquerel dont le nom reste à jamais gravé dans l'histoire de l'électricité. Professeur au Muséum et à l'École polytechnique, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, membre de l'Institut, le savant physicien avait été élu secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, à l'unanimité des suffrages, il y a à peine deux mois, le 29 juin dernier; il remplaçait l'éminent géologue de Lapparent, décédé lui aussi peu de mois après avoir pris la succession du grand Berthelot.

Ancien président de la Société Internationale des Électriciens, M. Henri Becquerel meurt jeune encore puisqu'il n'avait pas cinquante-six ans. Il était né en 1852 et avait été élu membre de l'Académie des sciences en 1889. L'éminent savant était officier de la Légion d'honneur.

### E. MASCART

Quelques jours à peine après la mort de M. H. Becquerel nous apprenions le décès subit de M. E. Mascart, ancien président de la Société des Électriciens, physicien et météorologiste distingué.

Eleuthère-Élie-Nicolas Mascart était né à Quarouble (Nord), le 20 février 1837. Il fut, en 1858, un brillant élève de l'École normale supérieure, dans la section des sciences; en 1861, il était reçu agrégé, puis docteur ès-sciences en 1864.

Tout d'abord attaché comme conservateur des collections à l'École normale supérieure, il devint ensuite professeur au lycée de Versailles, puis au collège Chaptal. La jeunesse studieuse appréciait déjà à cette époque l'élévation des idées, les aperçus nouveaux et la clarté d'exposition du savant professeur.

Peu d'années après, il était chargé de suppléer Regnault au Collège de France, où il lui succéda en 1872. La météorologie, alors à ses débuts, mais qui commençait son évolution scientifique dans la voie indiquée par Le Verrier, avait attiré spécialement l'attention de M. Mascart. Il apporta au développement de cette science un contingent personnel considérable.

En mai 1878, il était nommé directeur du Bureau central météorologique et le mettait autant que possible en mesure, avec les ressources toujours trop limitées dont cet établissement dispose, de rendre d'importants services par ses avertissements du temps, par la publication régulière des cartes météorologiques, enfin, sur place même, par le reliement avec l'observatoire météorologique du sommet de la tour Eiffel.

En même temps, M. Mascart, électricien de la première heure, s'attachait à l'étude et au merveilleux progrès de l'électricité. Son *Traité d'électricité statique*, ses *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, en collaboration avec M. J. Joubert, sont des ouvrages classiques et d'une grande valeur. Il publia aussi des *Éléments de mécanique* et un *Traité d'optique*. Il faisait partie du Bureau international des poids et mesures et était président des Conseils d'administration du Laboratoire central et de l'École supérieure d'électricité.

Depuis 1878, il avait pris une part importante dans l'organisation de nos expositions universelles. Vice-président du Comité consultatif des arts et manufactures, président de la Commission des inventions au Ministère de la guerre, il était en outre président de la Compagnie des mines de la Grand'-Combe.

Le regretté savant avait pris l'an dernier sa retraite de directeur du Bureau central météorologique. Il était grand-officier de la Légion d'honneur.

Entré à l'Académie des sciences en 1884, il y avait remplacé le physicien Jamin; il y était le doyen de la section de physique générale.

Un détail, aujourd'hui sans doute oublié : lorsque M. Thiers, devenu Président de la République, voulut s'initier à quelques questions de physique dont la connaissance lui était nécessaire pour les études auxquelles il se livrait, ce fut le jeune et brillant professeur Mascart qu'il chargea de ce soin.

M. Mascart est mort à la suite d'une longue maladie, dans sa maison de campagne de Poissy. A. S.

Digitized by Google

# ÉCHAUFFEMENT DES CABLES

## DANS LE CAS DE SERVICE INTERMITTENT

L'élévation de température des appareils électriques limite ordinairement la charge admissible; on peut donc augmenter cette dernière dans le cas de service intermittent caractérisé par des intervalles de repos pendant lesquels le refroidissement peut avoir lieu. L'intensité admissible dans un conducteur est donc plus élevée pour un service intermittent que dans le cas d'une charge continue.

On a très peu de données relatives à l'augmentation admissible d'intensité, aussi croyons-nous que les considérations et les études suivantes de M. Apt, parues dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 16 avril 1908, pourront être d'une certaine utilité.

Oelschläger est le premier qui se soit occupé de la question du régime intermittent, et les méthodes indiquées par lui peuvent, ainsi qu'on le verra, s'appliquer aux câbles.

Oelschläger admet que les courbes d'échauffement et de refroidissement sont des courbes exponentielles dont les équations sont :

$$t = Tl_n \frac{\mathfrak{C}_m}{\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}}, \qquad (1)$$

$$t = Tl_n \frac{\mathfrak{C}_m}{\mathfrak{C}}; \qquad (2)$$

$t$ étant la durée, $l_n$ le logarithme népérien, $\mathfrak{C}$ l'élévation de température correspondante, $\mathfrak{C}_m$ la température maximum atteinte et $T$ une constante, que M. Apt désigne sous le nom de constante de temps.

$T$ dépend de la masse $M$ du conducteur, de la chaleur spécifique $c$, de la surface extérieure $S$, et du coefficient de dispersion de la chaleur $D$, on a :

$$T = \frac{Mc}{SD}. \qquad (3)$$

On peut déterminer graphiquement la valeur de $T$, on mène la tangente OB à l'origine de la courbe d'élévation

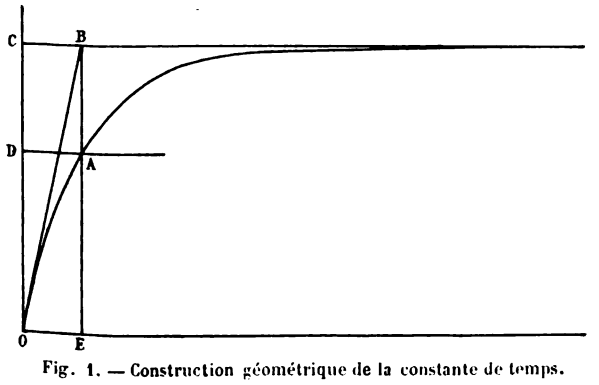



Fig. 1. — Construction géométrique de la constante de temps.

de la température (fig. 1), celle-ci coupe sur une ligne parallèle à l'axe des $x$, et d'ordonnée égale à $\mathfrak{C}_m$, une longueur CB, qui est numériquement égale à la constante de temps $T$.

La parallèle BE à l'axe des ordonnées menée par le point B, coupe la courbe d'élévation de température au point A dont l'ordonnée est égale à $0{,}633\ \mathfrak{C}_m$.

M. Apt a d'abord examiné si les courbes d'élévation de température de câbles sont des exponentielles; il a reconnu que cette hypothèse était suffisamment exacte en particulier dans les premières parties qui intéressent surtout lors de la détermination de $T$. Il donne diverses courbes et trace également les exponentielles qui concordent suffisamment.

Pour un câble à un conducteur de 150 mm² pour 700 v, il donne les courbes d'élévation de température aux charges de 300 et 600 A et les courbes exponentielles calculées correspondantes.

La constante de temps $T$, déduite de ces courbes, est 0,5 heure, soit 30 minutes.

Pour un câble à trois conducteurs de 240 mm² pour 700 v, la constante de temps est de 0,95 heure, soit 57 minutes, tandis que pour un câble à trois conducteurs de 25 mm², 700 v, on a $T = 0{,}25$ heure $= 14$ minutes. En comparant ces derniers résultats, on voit que, dans des conditions semblables, la constante de temps croît avec la section, ce qui du reste peut se déduire de l'équation (3) car le rapport $\frac{M}{S}$ croît avec la section.

En étudiant les courbes d'échauffement publiées et en interpolant les résultats, M. Apt a pu dresser le tableau ci-dessous, donnant la constante de temps en minutes pour des câbles à un et trois conducteurs pour 700 volts.

| SECTION EN mm². | CONSTANTE T EN MINUTES. 1 CONDUCTEUR. | 3 CONDUCTEURS. | SECTION EN mm². | CONSTANTE T EN MINUTES. 1 CONDUCTEUR. | 3 CONDUCTEURS. |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 6 | 7 | 150 | 28 | 42 |
| 6 | 6 | 8 | 185 | 32 | 48 |
| 10 | 7 | 9 | 240 | 35 | 57 |
| 16 | 8 | 11 | 310 | 38 | 64 |
| 25 | 10 | 14 | 400 | 41 | 70 |
| 35 | 12 | 17 | 500 | 43 | » |
| 50 | 14 | 21 | 625 | 45 | » |
| 70 | 17 | 26 | 800 | 47 | » |
| 95 | 21 | 31 | 1000 | 49 | » |
| 120 | 25 | 36 | | | |

Dans le cas de câbles pour installations intérieures, M. Apt n'a pu malheureusement se procurer des renseignements aussi détaillés; il a, dans les calculs suivants, admis les mêmes constantes de temps que pour des câbles placés dans le sol; cette hypothèse est du reste confirmée, ainsi qu'on le verra plus loin.

Dans sa théorie Oelschläger indique les charges en watts, tandis que pour les câbles, elles s'expriment en ampères.

M. Apt désigne par $p$ le rapport entre l'intensité maximum admissible dans le cas de service intermittent à l'intensité maximum admissible dans le cas de service



Digitized by Google

continu, par $a$ la durée d'une période de la charge, par $P$ la durée d'une période complète, c'est-à-dire la durée de la charge augmentée de celle du repos suivant; on a alors :

$$\frac{a}{P} = \frac{1}{1 - \frac{T}{a} l_n \left\{ p^2 - \frac{a}{T}(p^2 - 1) \right\}}. \qquad (4)$$

Si pour diverses valeurs de $\frac{a}{T}$, on trace des courbes donnant la valeur $p$ du facteur de surcharge, en fonction de $\frac{a}{P}$, on obtient le système de courbes de la figure 2, ce qui permet de déterminer la valeur de $p$, le facteur de surcharge, pour un service intermittent donné. En multipliant par $p$, la valeur admissible pour l'intensité dans le cas de service continu, on trouve l'intensité maximum admissible dans le cas de service intermittent.

Le facteur de surcharge $p$ dépend comme l'indique l'équation (4), non pas de la valeur absolue de $a$ (durée d'une période de la charge) mais bien de celle de $\frac{a}{P}$ et de $\frac{a}{T}$, le premier rapport caractérisant le genre de service, et le second, les conditions de refroidissemen du conducteur considéré. Par exemple, si une canalisation est cinq minutes en service et dix minutes en repos ensuite ($P = 15$), on obtient un facteur de surcharge $p'$ différent de celui que l'on aurait pour $a = 5$ et deux minutes de repos ($P = 7$).

Comme conditions caractéristiques dans le cas de grues, on peut admettre :

$$a = 1 \text{ minute} \qquad P = 2 \text{ minutes}$$

$$\frac{a}{P} = 0{,}5$$

ou bien encore :

$$a = 1 \text{ minute} \qquad P = 5 \text{ minutes}$$

$$\frac{a}{P} = 0{,}2.$$

D'après les courbes de la figure 2, on voit que dans le cas où $\frac{a}{P} = 0{,}5$ des erreurs dans l'estimation de la constante de $T$ n'ont pas une grande influence sur la valeur trouvée pour $p$; pour $\frac{a}{P} = 0{,}2$ et de petites valeurs de $a$, il suffit encore de connaître $T$ approximativement à l'ordre de grandeur près. On voit donc qu'en admettant que la constante $T$ est la même pour un câble d'installation intérieure que pour un câble souterrain, on ne commet pas d'erreur appréciable.

On admet souvent que l'intensité maximum admissible dans le cas de service intermittent se trouve en élevant l'intensité admissible pour une charge continue au carré, en multipliant ce carré par la durée totale $P$ d'une période, en divisant le nombre obtenu par la durée $a$ d'une période de la charge et en prenant la racine carrée du nombre ainsi obtenu. On a donc :

$$I'_m = \sqrt{\frac{PI_m^2}{a}}$$

si $I'_m$ représente l'intensité maximum admissible dans le cas de service intermittent et $I_m$ l'intensité maximum admissible dans le cas de service continu.

M. Apt a tracé des courbes donnant les intensités admissibles pour les divers services, ainsi que les tableaux

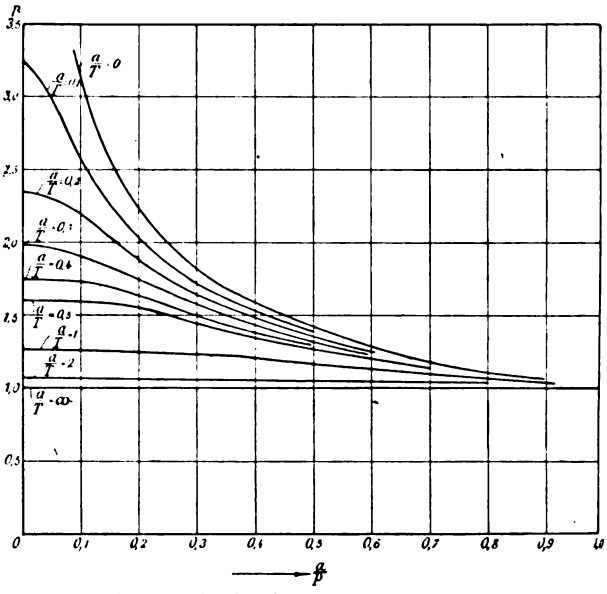



Fig. 2. — Courbes du facteur de surcharge.

reproduits ci-dessous relatifs les deux premiers à des câbles souterrains à 700 v, respectivement à un et trois conducteurs, et le troisième à des câbles pour installations intérieures.

| SECTION EN MM². | INTENSITÉ MAXIMUM ADMISSIBLE EN AMPÈRES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | DANS LE CAS DE SERVICE CONTINU. | DANS LE CAS DE SERVICE INTERMITTENT | | | |
| | | Pour $\frac{a}{P} = 0{,}5$ calculée. | | Pour $\frac{a}{P} = 0{,}2$, calculée | |
| | | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. |
| 1 | 24 | 32 | 34 | 44 | 54 |
| 1.5 | 31 | 42 | 44 | 57 | 69 |
| 2.5 | 41 | 55 | 58 | 77 | 92 |
| 4 | 55 | 75 | 78 | 105 | 125 |
| 6 | 70 | 95 | 99 | 135 | 160 |
| 10 | 95 | 130 | 135 | 185 | 210 |
| 16 | 130 | 180 | 185 | 260 | 290 |
| 25 | 170 | 235 | 240 | 330 | 380 |
| 35 | 210 | 295 | 300 | 435 | 470 |
| 50 | 260 | 365 | 370 | 450 | 580 |
| 70 | 320 | 445 | 455 | 680 | 720 |
| 95 | 385 | 540 | 550 | 850 | 860 |
| 120 | 450 | 635 | 640 | 970 | 1010 |
| 150 | 510 | 720 | 720 | 1100 | 1140 |
| 185 | 575 | 810 | 810 | 1250 | 1280 |
| 240 | 670 | 950 | 950 | 1450 | 1500 |
| 310 | 785 | 1110 | 1100 | 1710 | 1750 |
| 400 | 910 | 1280 | 1280 | 1990 | 2040 |
| 500 | 1055 | 1460 | 1460 | 2270 | 2310 |
| 625 | 1190 | 1680 | 1680 | 2620 | 2660 |
| 800 | 1380 | 1950 | 1950 | 3050 | 3090 |
| 1000 | 1585 | 2240 | 2240 | 3480 | 3650 |

Digitized by Google

| SECTION D'UN CONDUCTEUR EN MM². | INTENSITÉ MAXIMUM ADMISSIBLE EN AMPÈRES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | DANS LE CAS DE SERVICE CONTINU. | DANS LE CAS DE SERVICE INTERMITTENT | | | |
| | | Pour $\frac{a}{P}=0,5$, calculée | | Pour $\frac{a}{P}=0,2$ calculée | |
| | | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. |
| 4 | 37 | 51 | 52 | 72 | 85 |
| 6 | 47 | 65 | 67 | 92 | 105 |
| 10 | 65 | 90 | 92 | 130 | 145 |
| 16 | 85 | 120 | 120 | 175 | 190 |
| 25 | 110 | 155 | 155 | 230 | 245 |
| 35 | 135 | 190 | 190 | 285 | 300 |
| 50 | 165 | 230 | 235 | 335 | 370 |
| 70 | 200 | 280 | 285 | 430 | 445 |
| 95 | 240 | 340 | 340 | 530 | 535 |
| 120 | 280 | 395 | 395 | 610 | 650 |
| 150 | 315 | 445 | 445 | 690 | 700 |
| 185 | 360 | 510 | 510 | 790 | 800 |
| 240 | 420 | 590 | 590 | 930 | 940 |
| 310 | 490 | 690 | 690 | 1090 | 1100 |
| 400 | 570 | 810 | 810 | 1270 | 1280 |

| SECTION DU CONDUCTEUR EN MM². | INTENSITÉ MAXIMUM ADMISSIBLE EN AMPÈRES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | DANS LE CAS DE SERVICE CONTINU. | DANS LE CAS DE SERVICE INTERMITTENT | | | |
| | | Pour $\frac{a}{P}=0,5$, calculée | | Pour $\frac{a}{P}=0,2$, calculée | |
| | | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. | Au moyen de la constante de temps $T$. | Par la moyenne des carrés. |
| 1 | 11 | 15 | 16 | 20 | 25 |
| 1,5 | 14 | 19 | 20 | 26 | 31 |
| 2,5 | 20 | 27 | 28 | 38 | 45 |
| 4 | 25 | 34 | 35 | 48 | 56 |
| 6 | 31 | 42 | 44 | 59 | 69 |
| 10 | 45 | 59 | 61 | 84 | 96 |
| 16 | 75 | 105 | 105 | 150 | 170 |
| 25 | 100 | 140 | 140 | 205 | 225 |
| 35 | 125 | 175 | 180 | 260 | 280 |
| 50 | 160 | 225 | 225 | 340 | 360 |
| 70 | 200 | 280 | 285 | 425 | 445 |
| 95 | 240 | 335 | 340 | 520 | 540 |
| 120 | 280 | 395 | 400 | 610 | 650 |
| 150 | 325 | 455 | 460 | 710 | 750 |
| 185 | 380 | 530 | 540 | 850 | 850 |
| 240 | 450 | 630 | 640 | 980 | 1000 |
| 310 | 540 | 760 | 760 | 1180 | 1200 |
| 400 | 640 | 900 | 900 | 1400 | 1450 |
| 500 | 760 | 1070 | 1080 | 1670 | 1700 |
| 625 | 880 | 1240 | 1240 | 1930 | 1970 |
| 800 | 1050 | 1490 | 1490 | 2310 | 2350 |
| 1000 | 1250 | 1770 | 1770 | 2750 | 2800 |

On voit que la détermination de l'intensité maximum admissible par la méthode du carré moyen, donne des valeurs plus grandes que la méthode exacte, mais que cependant pour de grandes valeurs de $\frac{a}{P}$ et de grandes constantes de temps il y a une concordance suffisante entre les résultats des deux méthodes pour qu'on puisse employer industriellement le procédé que nous venons d'indiquer. F. L.

INSTALLATIONS

DE

# TURBINES A VAPEUR DE FAIBLE PUISSANCE

Les turbines à vapeur de forte puissance valent techniquement et économiquement les meilleures machines à piston et leur sont même supérieures. Dans les petites turbines, au contraire, les pertes inévitables de vapeur deviennent très importantes et font que ces turbines consomment beaucoup plus à puissance égale que les machines à mouvement alternatif.

Dans les turbines à réaction, de la faible largeur des aubes compatible avec les petites puissances, il résulte que la vapeur qui occupe à chaque instant l'espace compris entre les parties fixes et les parties mobiles, représente une portion importante du volume total de la vapeur fournie.

A ces pertes et à celles dues aux fuites aux joints entre stator et rotor, il faut ajouter dans la turbine Parson, qui est le principal type de turbine à réaction, les pertes dues à la poussée longitudinale sur l'arbre.

Dans les turbines à action, le diamètre plus grand des aubages, ainsi que l'écoulement plus rapide de la vapeur, permettent de réduire le nombre de tours. Mais, dans ce cas, les pertes par frottement, qui sont proportionnelles aux carrés des vitesses de la vapeur, deviennent très importantes, surtout dans les petites unités.

Malgré tous les défauts signalés, les petites turbines jouissent d'une assez grande popularité, et leur emploi paraît tout indiqué dans certains cas, notamment dans les conduites des dynamos.

Pour l'éclairage des navires, elles tendent à se substituer aux machines à piston à grande vitesse par suite de leur faible encombrement, de leur conduite et de leur entretien faciles.

Les figures 1 et 2 représentent l'installation complète

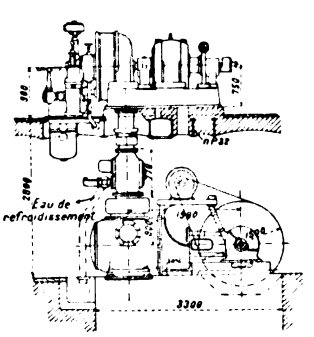



Fig. 1.

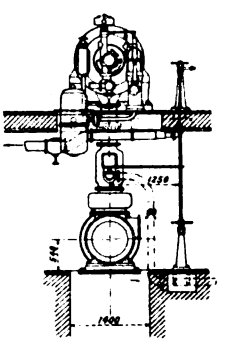


Fig. 2.

faite par l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* d'un turbo-générateur de 75 kw. Cette Société construit des turbines dont la puissance varie de 22,5 à 4500 poncelets, et pour ces divers types l'aménagement dans les grandes lignes est calqué sur l'installation précédente.

Digitized by Google

Pour les petits groupes, la vapeur travaille à une pression unique dans une triple couronne d'aubages; dans les turbines plus puissantes, on utilise souvent deux pressions et une ou deux vitesses.

A cause des grandes vitesses périphériques utilisées, l'espace occupé est relativement très restreint, et les fondations, qui n'ont pratiquement qu'à supporter le poids mort, sont, en général, de construction légère et supportées par des poutres en fer.

La vapeur, après épuisement, est conduite directement dans les chambres de condensation, et l'injection d'eau est réglée au condenseur par un robinet ou un appareil approprié commandé de la salle des machines. En cas de surpression, la vapeur s'échappe au dehors et automatiquement par une valve convenablement réglée.

La pompe de circulation d'air, commandée par courroie par un moteur électrique, fait corps avec la chambre de condensation.

Dans les turbines de faible puissance, l'emploi des condenseurs à injection est avantageux à cause des dépenses réduites de première installation. Cependant, si l'on veut conserver à la pompe des dimensions restreintes convenables, le vide ne doit pas être poussé trop loin; d'autre part, l'impureté des eaux de refroidissement empêchent, en général, d'utiliser les eaux chaudes du condenseur pour l'alimentation des chaudières.

Dans les turbines un peu plus puissantes (150 kw), les pompes à air et de circulation sont quelquefois séparées.

On emploie également des condenseurs à surface qui sont combinés avec une pompe de circulation d'air commandée par courroie par un moteur électrique.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Puissance en kw. . . . . | 11.4 | 35.0 | 66.5 | 111.2 | 152.2 |
| Vitesse angulaire en tours par minute. . . . . | 5600 | 5600 | 5000 | 5000 | 5050 |
| Pression de la vapeur en kg/cm². | 160 | 125 | 117 | 74 | 96 |
| Température de la vapeur en degrés centigrade. . . . . | 261 | 249 | 24 | 196 | 256 |
| Consommation de vapeur en kg par kw-h. . . . . | 30 | 29.2 | 28.8 | 25.5 | 25.2 |

Les tableaux ci-dessus donnent quelques résultats intéressants des essais effectués sur les plus petits turbo-générateurs installés par l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft*.

G. Davy.

---

## LA PROTECTION DES COMPTEURS CONTRE LA FOUDRE

Les Compagnies de distribution d'énergie électrique et tous les exploitants qui utilisent des réseaux aériens d'une certaine étendue pour desservir leurs abonnés ont constaté maintes fois la mise hors de service des compteurs placés à l'entrée des installations.

Or, tandis que l'on s'est efforcé de protéger par des parafoudres et des limiteurs de tension les usines contre les avaries que causent au matériel les surtensions, on ne paraît pas s'être beaucoup occupé jusqu'à présent de mettre à l'abri de ces mêmes effets les compteurs qui représentent cependant un capital assez important.

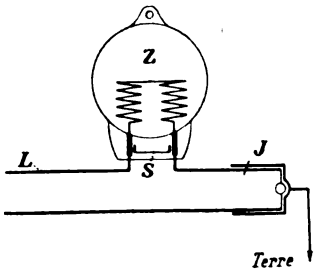
Pour notre part, en qualité d'abonné à un secteur de la banlieue de Paris, nous avons remarqué fréquemment au cours d'orages un peu violents, particulièrement ceux dont les nuages étaient bas, des décharges entre un des fils de la canalisation et un objet voisin (suspension de salle à manger, fils de sonnerie, tubes de percements, etc.). Ces décharges se produisaient en même temps que des éclairs un peu violents et leur bruit ne pouvait mieux être comparé qu'au crépitement de l'étincelle de courants à haute fréquence.

L'explication était simple et facile à trouver, car la ligne alimentant notre installation est aérienne et passe le plus souvent sur le faîte des maisons. Dans ces conditions, même sans recevoir une décharge directe, elle pouvait être le siège de surtensions provenant de courants induits par la décharge atmosphérique. Ces courants, qui se produisent à la même fréquence que celle de l'éclair qui leur a donné naissance, percent les diélectriques à tous les points faibles qu'ils rencontrent, surtout si une self tant soit peu importante comme celle du compteur s'oppose à leur passage.

Si le compteur est lui-même mal isolé, il arrive qu'il est mis hors de service, surtout si une décharge directe atteint la canalisation.

Dans le but de diminuer ces accidents, M. J. Busch donne dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* un moyen simple pour protéger les compteurs des abonnés contre les décharges atmosphériques.

Une expérience de neuf ans lui a montré que les ruptures d'isolement entre les enroulements et la masse ou la terre provenaient simplement de décharges statiques, mais que les dégâts réels étaient généralement causés par l'arc qui s'établissait ensuite sous l'action du courant de la canalisation.




La figure ci-contre représente le schéma d'une petite installation d'abonné branchée sur les deux fils tous deux isolés d'une canalisation. L est la ligne, Z le compteur et J l'installation intérieure réduite à une lampe. Il est facile de voir que les conducteurs de cette installation constituent l'armature d'un condensateur dont les objets environnants et la terre forment l'autre armature. Si l'on a, au contraire, une distribution à trois fils avec fil neutre à la terre, chaque lampe établit une communication directe entre le fil isolé et le sol lorsque son circuit est fermé. Dans chaque cas la décharge à haute fréquence atteignant le fil L doit traverser le compteur avant de

Digitized by Google

s'écouler dans le sol soit à travers la capacité, soit directement, et on conçoit que la self-induction des enroulements puisse amener à ce moment une élévation considérable de tension entre les bobines et la terre. Il en résulte le plus souvent une rupture des isolants qui n'ont pas été prévus pour cette tension et un arc destructeur qui s'établit ensuite maintenu par le courant de la distribution d'énergie.

On a remarqué que ce sont le plus souvent les petits compteurs qui sont le plus dangereusement atteints, et en effet pour un type donné de compteur d'énergie le nombre d'ampères-tours de l'enroulement à gros fil est le même pour les différents calibres, or la self-induction variant comme le carré du nombre de spires, ce sont les petits compteurs qui subissent de ce fait les plus fortes surtensions pour un courant de fréquence donné.

Pour remédier à cet état de choses, il suffit de monter en dérivation entre les extrémités de l'enroulement à gros fil une résistance sans self assez grande, qui permettra de laisser écouler vers le sol à travers l'installation les courants à haute fréquence des décharges atmosphériques. Il suffit de choisir pour cela des résistances assez élevées pour ne pas affecter sensiblement les indications du compteur.

M. Busch conseille l'emploi d'un petit parafoudre à intervalle d'air très simple et facile à réaliser consistant en un fil ou une languette de métal S que l'on enroule autour des deux conducteurs aboutissant au compteur, en intercalant une mince feuille de papier ou un intervalle d'air comme l'indique la figure.

De cette façon les décharges atmosphériques ou les surtensions dues à des courants de haute fréquence traverseront l'intervalle d'air avec une tension beaucoup plus faible que celle qu'auraient eu à supporter les enroulements du compteur si le courant à haute fréquence avait dû les traverser directement. On voit du reste que l'on peut se contenter d'une très faible épaisseur d'isolant entre le fil S et les fils du compteur, car en temps normal et à pleine charge la chute de tension entre ces deux fils est au maximum de 2 volts. L'expérience a montré que ce montage simple était très efficace, il est en tous cas facile à réaliser et à peu de frais, c'est ce qui nous a engagé à le signaler. A. Soulier.

## TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'HEURE

### SANS FIL(1)

M. le Dr A. Ferla, décrit sous ce titre un système de distribution électrique de l'heure, basé sur l'emploi des ondes hertziennes, qu'un Viennois a imaginé et qui mérite particulièrement l'attention. Déjà des tentatives avaient été faites dans cet ordre d'idées, tentatives qui échouèrent par suite des perturbations causées par des ondes étrangères, par l'électricité atmosphérique par exemple.

M. Franz Morawetz, l'inventeur, eut l'idée de construire un appareil ne restant en circuit que pendant une seconde. Aussitôt qu'une onde électrique quelconque frappe l'appareil, celui-ci est mis hors circuit et, sous l'action d'un mécanisme d'horlogerie approprié, n'est remis en circuit qu'au bout de 59 secondes. Il s'en suit que l'appareil n'est susceptible de recevoir un signal par ondes que pendant une seconde; pendant les 59 autres secondes, il reste insensible à toute émission d'onde. L'appareil ne peut donc être mis en action qu'une fois par minute, soit par une onde à ce destinée, soit par une onde quelconque.

M. Morawetz étudia, de concert avec M. Max Reithoffer, professeur à l'École technique supérieure de Vienne, la manière dont se comportent les ondes électriques au-dessus d'une grande ville et la construction d'appareils pour les utiliser.

Un poste central fut installé en 1905, dans l'Institut électrotechnique de Vienne, et le Conseil municipal accorda une subvention de 3000 fr. On étudia d'abord la forme la meilleure à donner à l'antenne pour recevoir la plus grande quantité possible d'énergie et on constata qu'il fallait pour cela disposer des fils entre 2 poteaux en treillis de fer placés sur le toit de l'Institut. On commença ensuite des expériences pour déterminer les longueurs d'ondes les plus favorables. Là il fallait compter avec tous les obstacles que présente une grande ville, avec ses nombreux clochers, ses coupoles métalliques, les paratonnerres et en outre les nombreux coteaux de Vienne.

Ces essais montrèrent que l'on pouvait travailler avec une longueur d'onde de 765 m et obtenir l'inflexion nécessaire pour surmonter les inégalités de terrain. En 1896 on étudia l'influence de l'électricité atmosphérique sur les appareils, et des observations furent également faites aux deux stations réceptrices situées, l'une à Breitensee et l'autre aux usines Siemens-Schuckert au Praterquai, On constata que souvent, des heures avant la formation des nuages annonçant l'orage, on constatait un accroissement de l'électricité atmosphérique.

Pendant l'orage qui s'abattit le 17 juillet 1907 sur Vienne avec une violence extraordinaire, le système ne fut nullement influencé. Malgré les décharges qui se succédaient à peu près sans interruption, les horloges maintinrent leur marche exacte. Les ondes émises par la station centrale (Institut électrotechnique) pouvaient se distinguer très nettement des étincelles atmosphériques par leur couleur au cohéreur. Vers 7 h du soir, un violent éclair frappa le poteau d'antenne et suivit, sans causer de dégât, le parafoudre jusqu'à la terre. Ce jour on eut la preuve de l'insensibilité complète de ce système à l'électricité atmosphérique et en outre que la propagation des ondes envoyées s'effectue malgré l'électricité de l'air et la pluie torrentielle. Pendant les essais il fut également prouvé que de grandes masses métalliques ne

(1) *Revue polytechnique de Genève*, nos 215, 10 mai 1908, et 216, 25 mai 1988.

Digitized by Google

sont pas un obstacle à la propagation des ondes électriques. Entre la centrale et la station réceptrice des usines Siemens-Schuckert se trouve la coupole métallique de l'église Saint-Charles. D'après la théorie cette grande masse devrait agir comme protecteur et s'opposer à la transmission des ondes. Avec les longueurs d'ondes utilisées il n'en fut pas ainsi et la station réceptrice reçut les ondes et les signes émis par la centrale, sans aucun trouble ni affaiblissement.

Pendant les essais on a travaillé à perfectionner les appareils d'envoi et de réception. A la station centrale une horloge électrique actionne toutes les minutes les appareils à haute tension de transmission des ondes. On employa à cet effet un pendule électrique système Morawetz avec contacts à mercure inoxydables, et on le coupla avec le commutateur de haute tension. Cet appareil produit la commutation à 50000 v dans un espace de temps de 1, 2, 3 ou 4 secondes, de une à trois fois à la minute. On choisit pour le fonctionnement du courant alternatif amené à un grand transformateur. Dans le circuit secondaire de ce transformateur, l'énergie s'accumule dans une batterie de 100 bouteilles de Leyde, et se décharge par explosion dans l'éclateur, ce qui provoque dans le filet des antennes des oscillations électriques rayonnantes. Comme le rayonnement ne peut se produire d'un seul côté, la terre est employée pour la contre-partie, bien que pour faire équilibre on ait une conduite de cuivre d'environ 80 m. Les poteaux de treillis de fer de 19 m de haut sont fixés sur des cylindres en porcelaine et en outre sont isolés de l'antenne au moyen de grands isolateurs d'ébonite qui supportent le réseau de fils.

A la station réceptrice de Breitensee est installé un poteau en tube d'acier de 20 m de haut, fixé sur un socle en bois.

L'antenne constituée par des fils de cuivre est suspendue à un palan isolé et inclinée à 45°; les fils de cuivre se réunissent à la partie inférieure et l'ensemble est amené dans un tube de verre à l'intérieur de la station, où on se sert également de la terre comme retour.

Quand les ondes atteignent l'antenne réceptrice, dont les oscillations propres doivent concorder avec leur longueur, un système de bobines d'induction et de condensateurs les transmet au cohéreur, qui ferme le courant local au moyen d'un relais de grande sensibilité.

L'appareil chronométrique de Morawetz, la partie principale de l'invention, consiste essentiellement en un mouvement d'horlogerie qui est remonté par la rencontre des ondes (par un dispositif électro-magnétique, comme on en emploie pour les horloges électriques) et en même temps interrompt la communication avec les appareils récepteurs, de sorte que la réception ne peut se faire que pour un nombre de secondes déterminé. Si donc une onde étrangère arrive avant celle de la centrale, elle agit comme celle-ci et actionne les appareils de la station réceptrice; dans ce cas-là l'onde de la centrale reste sans effet.

Il y a donc dans ce cas une petite discordance entre la centrale et les stations réceptrices, mais qui est compensée à la minute suivante et ne peut excéder quelques fractions de seconde.

Les horloges secondaires des stations réceptrices peuvent naturellement être construites d'après n'importe quel système.

M. Ferla termine son article de la manière suivante : Si l'on résume les avantages du fonctionnement des horloges électriques au moyen des ondes hertziennes, on constate que le fonctionnement central peut se faire par une seule horloge principale, qu'en outre une grande partie des conduites (dont la pose peut offrir toutes sortes d'obstacles et de difficultés) devient inutile et que définitivement le pouvoir d'extension illimité de ce système pourra s'appliquer sur le rayon d'une ville entière et éventuellement (avec un accroissement correspondant d'énergie) sur toute une province sans aucun risque de perturbation. Les frais d'une telle installation d'horloges (en procédant économiquement) seront très approchés des frais d'un pareil nombre d'horloges mécaniques; on peut donc conclure que ce système représente les horloges de l'avenir. F. L.

---

## STATISTIQUE

### DES

# ACCIDENTS DUS A L'ÉLECTRICITÉ

### EN AUTRICHE ET EN SUISSE

La Société électrotechnique de Vienne a enregistré, en 1907, 65 accidents (55 en 1906), dont 11 (2 en 1906) ont été mortels. D'après le genre d'exploitation, ces accidents peuvent être répartis comme il suit :

| | Cas. | | Mortels. |
|---|---|---|---|
| Usines métallurgiques et mines. . . . : | 15 | dont | 6 |
| Stations électriques. . . . . | 6 | — | 3 |
| Fabriques et chantiers de construction. | 11 | — | 2 |

On a constaté 32 accidents aux tramways de Vienne, intéressant le personnel; dans la plupart des cas, les victimes ont pu reprendre de suite leur service.

En tenant compte des professions, les accidents se répartissent comme il suit :

| | |
|---|---|
| Personnel de l'exploitation proprement dite. . . . . | 35 |
| Aides . . . . . | 12 |

Les cas mortels ont été presque tous dus à l'imprudence des victimes, qui ont provoqué des courts-circuits aux canalisations et aux appareils; d'après la nature du courant et la tension, les accidents mortels se répartissent comme il suit :

| | |
|---|---|
| 1° Courant triphasé à 220 v. . . . . | 1 |
| 2° — à 500 v. . . . . | 5 |
| 3° Courant alternatif simple de 480 à 500 v. . . . . | 3 |
| 4° — au-dessus de 1000 v. . . . . | 2 |
| 5° Courant continu à 520 v. . . . . | 1 |

Digitized by Google

Dans le cas cité sous le n° 1, un serrurier, qui se tenait sur un rail, a touché une canalisation triphasée, qui cependant se trouvait recouverte.

La victime fut éloignée aussitôt de la canalisation, et ne put être ramenée à la vie, quoique l'on ait pratiqué la respiration artificielle pendant une heure et demie.

Dans le cas cité sous le n° 5, qui s'est produit dans une mine, la victime s'était mise à la terre en retenant un wagonnet, pendant qu'elle touchait avec la tête les parties conductrices du courant d'un interrupteur de ligne, unipolaire.

L'inspectorat suisse des installations à fort courant publie le rapport suivant sur les accidents survenus en 1907.

Le nombre des accidents de personnes a été de 34 avec 35 victimes. Il avait été également de 34 avec 35 victimes en 1006, et de 29 avec 30 victimes en 1905.

Dans ces chiffres ne sont pas compris les accidents dus à l'exploitation des chemins de fer électriques. En tenant compte de l'augmentation du nombre des installations électriques, on peut dire que la fréquence relative des accidents a diminué.

Il y a eu deux cas de dégâts matériels (8 en 1906).

*Accidents de personnes.* — 16 cas ont été mortels (19 en 1907). Dans ces 16 cas, on a essayé de rappeler les victimes à la vie et on y a réussi dans 5 cas (en 1906, sur 15 essais, 2 seulement ont réussi); on peut en conclure que les essais de rappel à la vie se font maintenant mieux qu'auparavant.

Il faut appliquer la respiration artificielle pendant une heure à une heure et demie; dans un des cas signalés ci-dessus, la victime n'a donné signe de vie qu'après une heure de traitement.

Les 35 victimes se répartissent comme il suit :

*a.* Par rapport à leur position vis-à-vis de l'entreprise :

| | |
|---|---|
| Personnel de service proprement dit. . . | 10 (en 1906 : 8). |
| Autre personnel de l'entreprise. . . . . | 16 (en 1906 : 17). |
| Tierces personnes. . . . . | 9 (en 1906 : 10). |

*b.* Par rapport à leur métier :

| | |
|---|---|
| Techniciens. . . . . | 1 |
| Monteurs, aide-monteurs et manœuvres. . . . . | 15 |
| Machinistes et surveillants de service. . . . . | 7 |
| Autres ouvriers de l'entreprise électrique. . . . . | 3 |
| Ouvriers en bâtiment. . . . . | 3 |
| Pompier. . . . . | 1 |
| Femmes. . . . . | 2 |
| Enfants. . . . . | 4 |

En comparaison de l'année précédente, le nombre des tierces personnes victimes a diminué un peu. Ce fait doit provenir de ce que les installations sont mieux faites et que le public, surtout les ouvriers en bâtiment, est plus habitué à prendre des précautions.

Le nombre des ouvriers en bâtiments victimes a diminué; de 44 pour 100 en 1906, il est tombé à 33 pour 100.

Le cas suivant montre, par contre, que ces ouvriers ne se représentent pas parfois le danger.

Un maçon avait l'ordre d'agrandir le canal de ventilation d'une cabine transformatrice; comme il avait déclaré n'avoir pas besoin de pénétrer dans la cabine pour effectuer ce travail, on n'interrompit pas le courant. Malgré sa promesse, il pénétra dans la cabine, enleva même une cloison protectrice et vint en contact avec la haute tension. L'inspectorat recommande de ne jamais laisser procéder à de tels travaux, surtout quand les parties dangereuses ne peuvent être enfermées d'une façon absolument sûre, sans surveillance permanente d'un employé du service électrique.

Deux garçons de huit ans ont été blessés en grimpant sur des pylones en fer et en touchant à des fils à haute tension; l'un est mort de ses blessures, l'autre est estropié pour la vie; un troisième fut foudroyé en touchant à des fils à haute tension avec un long fil métallique. L'inspectorat demande que les autorités scolaires organisent, dans les écoles, une instruction spéciale périodique concernant le danger, et que l'on rende difficile aux enfants l'accès des pylones de conduites électriques, en garnissant le pied d'un encaissement lisse en tôle ou en bois, ou bien en l'entourant d'une ceinture de pointes.

Le plus grand nombre d'accidents s'est produit sur le personnel des monteurs, et bien souvent l'accident doit être attribué à l'insouciance et à l'imprudence de la victime.

Par rapport à la tension, les accidents se répartissent comme il suit :

| | |
|---|---|
| Basse tension (jusqu'à 250 v.). . . . . | 3 cas soit 15 pour 100 (20 pour 100 en 1906.) |
| Tension moyenne (250 à 1000 v.). . . . | 5 cas soit 15 pour 100 (15 pour 100 en 1906. |
| Haute tension (au-dessus de 1000 v.). . | 24 cas soit 70 pour 100 (56 pour 100 en 1906.) |

En 1907, les accidents dus à la basse tension ont diminué; les cas les plus intéressants sont les suivants :

Une femme de ménage était occupée à nettoyer une cuisine. Dans cette dernière est installé un petit tableau de marbre avec coupe-circuits, interrupteurs et prises de courant pour des appareils de chauffage. Tout en nettoyant ce tableau, elle toucha, d'une part, avec une main et, d'autre part, avec un chiffon mouillé qu'elle tenait de l'autre main, les parties conductrices insuffisamment isolées, et tomba morte. La tension du courant triphasé était de 200/350 volts.

Dans un autre cas, une ménagère était occupée dans la chambre à lessive. Ce local, qui n'avait pas d'installation électrique, était habituellement éclairé par une lampe portative, reliée à la douille de la lampe du corridor et que l'on employait, suivant les besoins, soit dans la chambre à lessive, soit dans un local attenant. Le cordon souple était placé dans un tuyau de caoutchouc, et les conducteurs isolés entre eux par du caoutchouc. Le corps de la lampe était constitué par une poignée en bois avec douille en laiton et treillis protecteur en fer.

Le soir venu, la femme demanda qu'on lui passât la lampe de la chambre contiguë; en l'empoignant par le panier protecteur en treillis, elle poussa un cri et tomba évanouie sans pouvoir lâcher la lampe, qui dut lui être arrachée des mains. Les brûlures au pouce et à l'index

Digitized by Google

de la main droite furent si graves, que l'index dut être amputé. En examinant la lampe, on put constater un défaut d'isolement du conducteur dans le raccord de la douille; par ce fait, la douille et le treillis étaient sous tension; le courant était alternatif à 120 volts; la victime avait les mains humides et se trouvait sur un sol mouillé.

Cet accident ne serait pas survenu si, au lieu de cette lampe appropriée à un local absolument sec, on avait installé une lampe d'un modèle spécial pour locaux humides, c'est-à-dire avec treillis métallique isolé de la douille. En général, il faudrait, autant que possible, réduire le nombre des lampes portatives dans les locaux humides, comme par exemple les caves, écuries, chambres à lessive, etc., non seulement parce que ces lampes sont exposées à plus d'avaries que les lampes fixes, mais parce que tout contact accidentel avec des parties sous tension est beaucoup plus dangereux dans un endroit humide que dans un local sec. Deux autres cas d'accidents dus à la basse tension provenaient de ce que les monteurs travaillaient à des lignes non interrompues.

Parmi les cas dus à la haute tension, il faut signaler le suivant. A l'occasion d'un exercice de pompiers, une échelle devait être dressée contre une maison. Ni le chef, ni les pompiers ne remarquèrent la ligne à haute tension qui passait à environ 4 mètres de la maison, quoique le poteau portât un écriteau indicateur et une marque rouge; naturellement, l'usine ne fut pas prévenue de cet exercice. En dressant l'échelle, celle-ci fléchit et toucha, par l'intermédiaire de sa ferrure, la ligne à haute tension, de sorte qu'un homme, placé au bas de l'échelle, fut foudroyé et deux autres légèrement blessés.

Cet exemple montre que, si une ligne à haute tension passe près des maisons, les fils doivent être placés plus haut que le bord des toitures de ces dernières; ces toits doivent pouvoir être atteints au moyen d'échelles sans danger, car, en cas d'incendie, on ne pourra généralement pas prévenir l'usine.

*Dégâts matériels.* — Dans un cas, un arbre déraciné par un coup de vent tomba sur une ligne aérienne, dont les fils furent rompus et vinrent toucher le sol. Peu après, trois chevaux attelés à une diligence furent foudroyés par ces fils. Dans un autre cas, on laissa un fer à repasser électrique sur une table en bois pendant la nuit, sans interrompre le courant. Le fer chauffa tellement qu'il enflamma la table, et l'incendie se communiqua à la maison. Et bien d'autres accidents encore sur lesquels nous croyons inutile d'insister. F. L.

## LA LAMPE HÉLION

Notre confrère *Electrical World* donne sur cette lampe, dont on a déjà parlé il y a quelque temps, quelques intéressants détails.

Le filament imaginé par MM. H. C. Parker et W. G. Clark serait maintenant tout à fait au point, et l'étude de quelques détails mécaniques relatifs à la fabrication de la lampe retarderait seule son apparition sur le marché.

D'après ce qu'on nous en dit, ce filament présenterait des particularités absolument intéressantes. La résistance mécanique serait comparable à celle d'un fil métallique. Sa résistance spécifique électrique serait cinquante fois celle du carbone.

Il s'ensuit que le filament est de faible longueur, de section relativement grosse, et, de ce fait, la fragilité est encore notablement réduite, et il résiste facilement aux vibrations violentes.

Ainsi qu'on le sait par les descriptions antérieures, le filament Hélion est obtenu par dépôt d'une matière spéciale sur un noyau de carbone; ce dépôt se fait par un procédé analogue à celui employé pour renforcer les filaments de carbone. Le filament terminé a de 3 à 5 fois le diamètre du noyau initial.

Une des propriétés les plus caractéristiques de ce filament est la résistance à l'action oxydante de l'air; ainsi, il peut être porté à l'incandescence à l'air libre pendant longtemps sans brûler; il doit cette propriété à la couche imperméable d'oxyde dont il se recouvre quand il est chauffé dans un milieu oxydant.

On se propose d'établir des lampes de 20 à 40 bougies pour les tensions ordinaires jusqu'à 220 volts. Le filament de la lampe de 220 volts a une longueur de 75 mm.

Le filament Hélion coûterait à peine plus cher à établir que le filament de carbone, ce qui présente un intérêt considérable, étant donné la résistance mécanique qui en rend le maniement très facile; d'autre part, l'opération du vide, longue et coûteuse, peut être fortement abrégée, puisque le filament fixe lui-même les petites quantités d'oxygène qui peuvent rester dans l'ampoule. Ce n'est pas là une économie négligeable. Dans ces conditions, la lampe Hélion, dont la consommation est aussi réduite que celle des nouvelles lampes métalliques, coûterait beaucoup moins cher que ces dernières.

La lumière émise par le filament Hélion est d'un blanc pur, même à l'air libre; mais, bien entendu, la consommation n'est comparable à celle des lampes à filaments métalliques que lorsque le filament est dans le vide, et alors son éclat est encore plus vif qu'à l'air libre.

Nous espérons que cette lampe, qui présente des caractéristiques vraiment remarquables, paraîtra prochainement sur le marché, et que nous pourrons avoir au moins des renseignements précis sur son fonctionnement et sa durée utile. A. BAINVILLE.

*Tout ce qui concerne la Direction et l'Administration, doit être adressé à* **M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

*Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à* **M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

Digitized by Google

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ
## DE MARSEILLE

### DESCRIPTION ET ANALYSE DES APPAREILS EXPOSÉS

*Pour faciliter la visite de l'Exposition de Marseille à ceux de nos lecteurs se rendant au Congrès, nous abrégerons la description des divers stands, nous proposant de revenir ultérieurement, d'une façon détaillée, sur les appareils les plus intéressants.*

### PALAIS DE L'ÉNERGIE (*Suite* [1])

**M. Boucherot.** — Un des stands les plus curieux, présentant un très grand intérêt pour les électriciens avides de questions nouvelles, est certainement celui de M. Boucherot.

M. Boucherot nous montre des appareils utilisant des mouvements vibratoires produits par les courants alternatifs.

M. Boucherot nous avait déjà donné à différentes reprises quelques indications générales sur ses appareils vraiment originaux, mais c'est la première fois qu'il montre en public les appareils eux-mêmes. Il est impossible d'entrer ici dans le détail de fonctionnement, l'inventeur se réservant de donner lui-même la description de ses appareils au Congrès de Marseille; nous nous bornerons à quelques indications générales, nous proposant plus tard de revenir plus en détail sur cet important sujet.

Le *Motoscilla* est un moteur à courant alternatif simple dans lequel le mouvement produit résulte de l'attraction de deux bobines parcourues par le courant alternatif et se trouve en synchronisme avec la période du courant alternatif. Ce mouvement, de très faible amplitude il est vrai, est ensuite transformé en mouvement circulaire continu par un dispositif de bielles; c'est là, du reste, la partie délicate du problème. On obtient ainsi un moteur à vitesse angulaire relativement faible et d'ailleurs variable dans de grandes limites; il fonctionne avec un facteur de puissance égal à l'unité.

Le *Caposcilla* est aussi un appareil à mouvement vibratoire synchrone destiné à absorber du courant en quadrature en avance, jouant ainsi le rôle d'une capacité ou d'un moteur synchrone surexcité.

Cet appareil ne comporte aucun organe tournant, mais seulement des pièces en vibration.

M. Boucherot expose encore deux appareils de mesure intéressants : son *Galvanoscilla*, qui mesure la variation de vitesse par tour d'un alternateur, et son *Torquemètre*, destiné à relever graphiquement la courbe de variation du couple en fonction de la vitesse angulaire d'un moteur.

**Société industrielle des Téléphones.** — Nous remarquons entre les panneaux de câbles isolés divers à hautes tensions (15 000 à 30 000 volts) et à basse tension, toutes les séries d'interrupteurs et disjoncteurs spéciaux à maxima ou minima fabriqués par cette Société. Entre autres, à signaler un interrupteur à huile triphasé d'une puissance de 500 kilowatts à déclenchement à maxima et manœuvré à distance. Cet appareil fonctionne sous les yeux du public. A indiquer encore le nouveau procédé adopté par cette Société pour la manœuvre électrique simplifiée des aiguillages et disques de chemins de fer.

Nous dirons encore que la Société industrielle des Téléphones a construit les tableaux haute tension qui se trouvent à gauche en entrant, ainsi que ceux à courant continu.

Ces tableaux fonctionnent pour le service de l'Exposition.

La Société des Téléphones expose, en outre, une section de multiple à batterie centrale, du type installé à l'Exposition pour les services généraux. Une section semblable desservie par une seule personne commande 9000 abonnés et enregistre automatiquement le nombre de conversations taxées de chaque abonné.

**Grenoble Électricité.** — Cette Société nous montre un spécimen de ses postes aériens de transformateurs sur pylones métalliques. Cet appareil transforme de 10 000 volts à 125 volts le courant triphasé à 50 périodes par seconde qui lui est fourni. Ce transformateur est à bain d'huile dans une cuve en fonte et est muni de tous ses accessoires de protection et de commande de haute et basse tension.

**Société française des procédés Routin.** — Ce stand plein d'intérêt contient divers régulateurs électromécaniques, dont nous avons parlé, et en outre, de chaque côté, deux postes avec cartes du port et des environs de Marseille, indiquant les emplacements des forts constituant la défense de cette ville. Les procédés Routin ont été, en effet, utilisés pour les télépointages électriques dans les batteries et surtout celle des côtes. Des alidades mobiles servent sur ces cartes par croisement à indiquer un point de visée exact, position qui se trouve repérée au poste désigné de la même façon qu'au poste de commande. On peut ainsi viser simultanément, de plusieurs batteries, un même objectif.

Le système Routin a actuellement un grand nombre d'applications à son actif, telles que le compoundage des alternateurs (compoundage électromécanique), les régulateurs divers de vitesse, de tension, etc., etc.

**Matériel électrique Bergmann.** — Cette Société expose tout son échantillonnage spécial : tubes isolants armés et non armés, en acier, fer, laiton, tôle plombée, etc. Un camion automobile sortant de la même maison, présente au public les nouvelles batteries d'accumulateurs Edison fer-nickel. Cette batterie actionne un moteur électrique étanche, dont la Société Bergmann s'est fait une spécialité.

A citer, en outre, des séries complètes des moteurs étanches, les rhéostats spéciaux pour les moteurs électriques destinés à actionner les machines à imprimer. Par ces rhéostats, ne faisant faire au moteur qu'une fraction de tour, l'imprimeur peut faire sa mise en train pour ainsi dire ligne par ligne sans avoir l'ennui de tourner à la main le volant de sa machine, comme il le fait actuellement.

**Compagnie électromécanique du Bourget.** — Cette Société expose l'appareil complet Brown-Boveri pour l'éclairage des trains. Nous reviendrons sur cette question ultérieurement en décrivant les systèmes exposés par d'autres constructeurs.

**La Compagnie générale d'électricité de Creil** expose une série de moteurs, des plus gros jusqu'aux plus petits (10 watts), ses pompes centrifuges à l'usage domestique, ses lampes à arc, etc.

Plus loin on trouve : l'**Énergie électromécanique de Suresnes**; la **Société Gramme**, avec tout son appareillage et ses moteurs; les **Tréfileries et Laminoirs du Havre**, avec tous ses échantillons de cuivre, laiton, bronze, acier; **Fabius Henrion**, qui expose 25 000 charbons de lampes à arc, production d'une heure de son usine de Pagny! une perceuse électrique sur chariot, etc.; à côté, nous voyons encore la **Compagnie française des Accumulateurs électriques « l'Union »**, don-

(1) *L'Industrie électrique*, numéros 398, p. 326; 399, p. 351; 400, p. 378.

Digitized by Google

nant dans son exposition des spécimens de bacs des batteries fournies aux différentes compagnies de tramways. Celles, notamment, de 6000 ampère-heures aux tramways de Bordeaux, et celle de 1870 ampère-heures aux tramways de Marseille.

M. **Alfred Dinin** expose non loin de là ses accumulateurs bien connus.

La **Société française des machines-outils** nous montre aussi de nouveaux appareils à fileter, à fabriquer les goupilles pour l'industrie électrique, etc.

La **Société d'Éclairage électrique**, qui vient ensuite, nous présente toute la série des génératrices, moteurs, alternateurs, transformateurs et particulièrement un palan électrique de sa fabrication, à commande simplifiée et d'encombrement excessivement réduit, et enfin différentes applications à l'industrie de son matériel, etc.

La **Fabrique de balais pour dynamos** (L. Boudreaux), à Paris, expose un tableau balais feuilletés pour dynamos, un tableau porte-balais « Supra », un tableau contre-écrou « Mine ».

La **Compagnie internationale d'électricité** expose son matériel électrique Pieper bien connu. Nous remarquons divers moteurs à courant continu et à courant alternatif. Ces derniers se différencient de ceux des autres maisons par un système de mise en court-circuit et de relevage des balais très ingénieux renfermé dans un carter hermétique protégeant les bagues de la poussière. Divers démarreurs, également fort bien compris, complètent cette exposition.

La **Société de canalisation électrique** expose tous les échantillons de fil et connexions qu'elle fabrique avec boîtes et coffrets de jonction installés.

Les **Accumulateurs Heinz et Cie** exposent les bacs portatifs pour automobile, les piles primaires à liquides immobilisés, etc.

**Avtsine et Cie**. — Cette maison expose ses isolants de toutes formes. Le mica, la micanite, les papiers et les toiles micacés, les fibres vulcanisés, tout est travaillé, troué, façonné, découpé, tourné au gré de la main de l'homme; il n'est pas inutile d'ajouter combien la plupart de ces isolants sont difficiles à travailler.

**Geoffroy et Delore** exposent les câbles et fils de toutes sortes de leur fabrication, qui ne manquent pas d'originalité.

**Société allemande A. E. G.** — Cette Société expose :

Au premier plan, un groupe turbine à vapeur, dynamo à courant continu de 10 kilowatts. Ce groupe tourne à 4000 tours par minute et donne du courant continu à 110 volts. La génératrice est bipolaire avec pôles auxiliaires. Les paliers sont refroidis par circulation d'eau. La vapeur est admise à 15 kg:cm² et surchauffée à 125°. La turbine est à 3 étages d'aubes et possède à la périphérie 6 distributeurs. Ce groupe sert pour la marine allemande à bord des torpilleurs.

Cette Société fait des groupes analogues à partir de 1,65 kilowatt à 115 volts.

La Société A. E. G. présente, en outre, une série de moteurs à pôles auxiliaires à vitesse réglable de 1 à 6 (185 tours à 1110 tours par minute) à 4 pôles et 4 auxiliaires. Ces derniers sont intercalés entre les principaux et de même polarité que ces derniers dans le sens de la marche pour les génératrices et de polarité contraire pour les moteurs dans ce même sens. Signalons encore la dynamo Rosenberg pour l'éclairage des trains, employée notamment sur un certain nombre de trains de la Compagnie d'Orléans. Cette dynamo bipolaire comporte deux paires de balais en quadrature, dont une paire est en court-circuit, comme dans le moteur Latour. Son champ principal est produit par le courant du rotor à collecteur. La réaction d'induit produit une auto-régulation telle que la force électromotrice reste à peu près constante, malgré les changements et variations de vitesse du train. Par un mécanisme spécial, le sens du courant est indépendant du sens de rotation de la machine. L'autorégulation de celle-ci ne donne lieu à aucun trouble de commutation en raison de son fonctionnement tout différent de celui d'une dynamo shunt ordinaire.

La **Société alsacienne de Constructions mécaniques**, qui attire ensuite notre attention, expose un groupe hydro-électrique de 1000 à 1150 poncelets à 375 tours par minute, destiné à l'alimentation de la ligne électrique de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame. La dynamo, qui est bimorphique, est accouplée à cette turbine; elle fournit, du côté continu, du courant à 850 volts, et du côté triphasé du courant à 510 volts, 25 périodes par seconde.

Pour cette ligne, le courant continu fourni alimentera directement la ligne de prise de courant, tandis que la tension du courant triphasé sera élevée à 20 000 volts par un transformateur pour le transport aux différents points d'utilisation.

D'autres applications, treuils de mines, etc., terminent l'exposition de ce stand.

MM. **Leclanché et Cie**, à Paris, exposent à la télégraphie, à la téléphonie, des piles pour sonneries et tableaux indicateurs, différents allumoirs, d'autres modèles pour l'allumage des différents moteurs à gaz, à essence, à pétrole, etc.; les signaux de chemins de fer et divers usages pour la guerre, la marine, la télégraphie sans fil, etc.

La **Société française des Accumulateurs Tudor**, dont les batteries sont universellement connues, a mis sous les yeux du public toutes ses variétés d'éléments depuis les plus petits types employés à l'allumage des moteurs jusqu'aux puissants bacs de batteries-tampon en usage dans les sous-stations du Métropolitain de Paris.

Cette Société fait, en outre, fonctionner devant les visiteurs un transformateur-redresseur système A. Soulier, décrit ici même (1), à l'aide duquel on recharge les petites batteries avec les courants alternatifs si répandus aujourd'hui. Cet appareil se met en marche à la fermeture d'un interrupteur; il ne nécessite aucun soin ni aucun entretien, ce qui permet de le confier à un personnel inexpérimenté.

**Compagnie Thomson-Houston**. — Dans le stand de cette Société, on remarque un alternateur triphasé de 1750 kilowatts à 5500 volts, 50 périodes par seconde, tournant à 107 tours par minute. Cet alternateur est destiné à l'usine de la Tuillière sur la Dordogne, que monte en ce moment cette Société pour le compte de la Société d'énergie électrique du Sud-Ouest. Huit unités semblables ont été fournies et sont en cours de montage.

Ces alternateurs sont à axe vertical et sont actionnés par des turbines d'égale puissance placées en bout d'arbre.

Signalons encore les parafoudres divers, électrolytiques et aériens, les limiteurs de tension, etc.

Citons pour terminer les différents moteurs de traction à pôles auxiliaires, les contrôleurs avec manœuvre spéciale pour la commande de trains à unités multiples, les moteurs pour appareils de levage, etc., etc.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 décembre 1905, p. 545.

Digitized by Google

La **Compagnie Watt**, représentant, à Marseille, les appareils de la Société *Oerlikon*, expose surtout les machines et les outils divers essentiellement transportables. Ainsi, nous trouvons les moteurs électriques sur chariot avec câble enroulé sur tambour commandant la machine-outil par un arbre à allongement télescopique muni de deux joints à la Cardan et accouplé au moteur par un renvoi d'engrenages. L'arbre peut prendre toutes les inclinaisons possibles.

Nous voyons ensuite toutes les séries de perceuses portatives avec supports variés; les petits électro-moteurs pour le polissage, l'élevage et le perçage pour petite mécanique; les ventilateurs divers et les compresseurs d'air; toutes les pompes, depuis celles à très petits débits pour usage domestique jusqu'à celles à incendie. Nous trouvons même un moulin à café et à épices avec un moteur de 150 watts. Cet appareil moud de 5 à 10 kg par heure, suivant la qualité du grain.

Une des parties spéciales intéressantes de ce stand est un petit appareil qui, comme toujours, n'attire pas l'attention des visiteurs; nous voulons parler de l'électro-aimant du professeur Haab, à l'usage des oculistes ou des infirmeries des grands établissements miniers ou métallurgiques, auxquels l'appareil est particulièrement apte à rendre service. C'est, d'après les indications du professeur O. Haab, de l'Université, directeur de la clinique ophtalmique de Zurich, que les ateliers de constructions électriques Oerlikon ont exécuté leur aimant oculaire.

L'appareil comprend une colonne-support, un électro-aimant et les prises de courant. La colonne, en fonte, est creuse; son pied est muni de galets facilitant son transport. Un peu au-dessus du milieu de cette colonne, se trouve un pupitre sur lequel le patient peut s'appuyer, afin de maintenir sa tête aussi immobile que possible.

L'électro-aimant se compose d'un noyau en fer et d'un enroulement magnétisant. Une des extrémités du fer est conique, prolongée par une pointe dévissable d'un poli très fin. Chaque appareil est muni de quatre pointes différentes. La colonne est munie, au pied, d'une pédale actionnée par l'opérateur et destinée à donner le courant. Suivant les besoins, on peut soit engendrer, soit annuler le magnétisme, ou enfin changer la polarité de l'aimant.

Très bien conçu, cet appareil est déjà approuvé par les Universités compétentes et appliqué dans plusieurs cliniques ophtalmiques d'Europe et d'Amérique.

Nous arrivons enfin aux différentes Sociétés de distribution d'énergie électrique, que nous allons passer en revue les unes après les autres. Les cartes, les photographies, les réductions diverses que nous trouvons dans leurs stands ne reflétant qu'imparfaitement les travaux importants exécutés par ces Sociétés, nous nous trouverons dans l'obligation d'entretenir quelques instants nos lecteurs sur les installations établies dans les régions particulières et respectives de chacune d'elles.

La **Société Biterroise de force et lumière** expose un panneau mural, comportant dans sa partie principale une carte générale du réseau d'exploitation de la Société, des photographies des diverses vues de ses ouvrages hydrauliques et de ses usines, et sur les panneaux en retour des vues photographiques qui n'ont pu trouver place dans l'encadrement du panneau mural, ainsi que des tableaux intéressant l'administration, la direction et l'exploitation de la Société.

La **Société hydro-électrique de Fure, Morge et Vizille**, à Grenoble, expose une carte de son réseau de distribution, un graphique de la puissance instantanée produite dans ses trois usines; deux graphiques des heures de travail du personnel des usines; des photographies des installations hydrauliques et électriques; un tableau comprenant un graphique du mouvement de l'eau dans les lacs de Laffrey; un tableau de renseignements détaillés sur l'organisation et le fonctionnement de la Société; une réduction au dixième d'une sous-station de transformation de 500 kw-A, 26 000-2000 volts, avec ses fils; une réduction au dixième d'un pylone métallique supportant 12 fils, à 26 000 volts; une réduction au dixième d'un poteau tubulaire en ciment armé, système D. G. L., supportant 5 fils à 26 000 volts.

MM. **Joya, père et fils**, à Grenoble, exposent : un poteau tubulaire, type Ville, pour ligne de tramway; un poteau treillis, pour transmission d'énergie à la haute tension; un poteau treillis, pour transmission d'énergie, type courant; un coude en coquille d'une conduite forcée de 1,4 m de diamètre; un mouvement de relevage de vanne électrique ou à main; une série de photographies montrant différentes installatiens faites par cette maison.

La **Société l'Énergie électrique du littoral méditerranéen** expose, dans le Palais de l'Énergie, une carte au 50-millième de son réseau électrique et un certain nombre de photographies et plans relatifs à ses installations.

La **Société Nimoise d'éclairage et de force motrice par l'électricité** expose des photographies de sa nouvelle sous-station de transformation, 15 500 5000 volts, qu'elle vient de mettre en service; un plan d'environ 1,50 m sur 2 m représentant les détails architecturaux de cette sous-station.

La **Société électrique de la Loire** est située à côté de la Société Thomson-Houston. Cette Société a installé deux métiers à tisser en soie, confectionnant de véritables petits tableaux d'art remarquables autant par le choix des sujets que par la variété et le fondu des coloris.

En passant, nous ne pouvons manquer de signaler la grue électrique à benne automatique construite par la **Société de Constructions et de Location des appareils de levage**. Cette grue pivotante montée sur portique roulant peut élever 1500 kg à 10 m de hauteur à une vitesse de 36 m par minute; elle s'oriente à raison d'un tour par minute et se déplace avec une vitesse de 25 m par minute également.

Sa portée est de 11,25 m, elle est alimentée par du courant triphasé à 200 volts, 50 périodes par seconde.

Nous pouvons voir également dans le stand de cette Société le palan automatique transbordeur, dont la benne chargée, à montée commandée, est transportée à une vitesse de 120 m par minute, vidée et retournée à la même vitesse. La charge est de 750 kg en utilisant deux moteurs électriques de 1100 watts.

Également intéressant le chasse-corps automatique système « Mariage » de cette Société.

La **Société des Établissements Keller-Leleu**, à Paris, expose des produits faits au four électrique : ferro-alliages divers, ferro-silicium, ferro-chrome, silico-spiegel.

La **Compagnie universelle d'acétylène** expose des photographies et vues diverses des usines des Clavaux; des échantillons des divers produits électro-métallurgiques de ses usines; du carbure de calcium; du ferro-silicium et autres; des appareils divers d'utilisation du carbure de calcium : générateurs d'acétylène, un poste de soudure acétylénique, des appareils à éclairage intensif.

M. **Charles Bertolus**, industriel à Saint-Étienne, expose du carbure de calcium : coulé, concassé et granulé. Ferro-alliages : ferro-chrome, ferro-tungstène, ferro-molybdène. Applications : blindages, obus, lingots, outils.

Digitized by Google

La **Société française des produits azotés**, à Paris, expose les produits de sa fabrication dans des locaux de diverses natures : la cyanamide de calcium, engrais azoté, titrant de 20 à 21 pour 100 d'azote, de l'ammoniaque liquide, du sulfate d'ammoniaque, des poudres à cimenter dénommées : intensit et ferrodum ; des brochures et notices relatives à ces produits ; des photographies de ses usines de Notre-Dame-de-Briançon (Savoie), où la Société fabrique la cyanamide de calcium.

La **Société d'Électro-chimie**, de Paris, expose des chlorates de potasse, de soude, de baryte, en cristaux et en poudre, des perchlorates de potasse et d'ammoniaque, du sodium ; du peroxyde de sodium, du cyanure de sodium, de l'aluminium, du chrome et manganèse purs.

La **Société commerciale du carbure de calcium**, de Paris, expose des bocaux de carbure de calcium de différentes qualités ; une carte de France, avec mention de ses divers dépôts ; un tableau récapitulatif des différentes usines, avec mention de leur puissance électrique.

**Société norwégienne de l'azote.** — Cette Société fabrique à l'aide de l'arc électrique le nitrate de chaux et d'autres produits azotés. Dans le stand de l'Exposition (coin sud-est du Palais de l'Énergie) se trouvent un four modèle, des dessins schématiques et des photographies montrant le procédé de fabrication, ainsi que des échantillons de produits.

La **Société anonyme électro-métallurgique d'Ugines** expose une collection de minerais employés dans la fabrication des alliages de ferro-chrome, notamment : minerai de wolfram provenant des concessions de la Société en Portugal et de l'exploitation minière de Puy-les-Vignes (Haute-Vienne), appartenant à M. P. Girod. On remarque en outre les aciers fabriqués au four électrique : aciers en lingots, billes, billettes, barres, pièces en acier moulé, pièces brutes de forge, pièces finies, notamment arbres coudés de moteurs à gaz.

La **Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan**, de Chambéry, expose une maquette de ses installations hydro-électriques du Bréda, une maquette de ses installations du Céruez ; un panneau (carte générale des réseaux de la Société et photographies diverses) ; des états de la progression annuelle des lampes, force motrice et recettes ; état des amortissements, des réserves, des dividendes distribués.

La **Société grenobloise de Force et de Lumière**, de Grenoble, expose une carte générale de ses réseaux de distribution ; des renseignements généraux sur la situation financière et commerciale de la Société ; des photos de ses usines et de ses lignes électriques.

La **Société française d'entreprises d'exploitation électrique**, à Genève, expose des vues de son usine ainsi que quelques produits de sa fabrication en carbure de calcium et en ferro-silicium.

La **Société le Sud-Électrique**, à Avignon, expose au Mas Modernisé :

Chai : groupes pompes à vin ; fouloir, égrappoir, pressoir, avec cuverie complète en ciment armé.

Huilerie : broyeur à meules, presses à déclanchement ; pompes à huile avec filtres et accessoires.

Atelier : Machines à scier et à calibrer les chardons.

Atelier de réparations : scie à rubans, meule à mouler, forge à ventilateur électrique.

Vacherie, chèvrerie, ânerie : concasseur et aplatisseur de grains ; moulin à tourteaux, coupe-racines et hache-paille ; tondeuses électriques ; pompe à purin.

Laiterie : baratte, malaxeur, écrémeuse centrifuge, pompes à deux pistons, avec salle de maturation, chambre de réfrigération et stérilisateur de lait ; écrémeuse centrifuge.

Habitation : application du chauffage et de la cuisson électrique ; tournebroche électrique ; machine à coudre électrique ; fers à repasser ; ozonisation de l'eau.

Four : pétrin mécanique ; four à cuisson électrique du pain.

Buanderie : groupe-pompe, lessiveuse.

Poulailler : couveuses électriques ; hache-herbes, concasseur d'os frais et secs.

Puits de la ferme : pompe à chapelet ; pompe.

Irrigation : pompe à trois corps sur chariot, centrifuge sur chariot, mécanisme Arnoux à rouet hydraulique ; groupe pompe centrifuge accouplée directement ; noria mue électriquement ; pompe centrifuge descendue au fond d'un puits, actionnée par moteur électrique sur la margelle.

Stand dans le Palais de l'Énergie : carte du réseau général du Sud-Électrique de 4,90 m, 3,45 m ; deux tableaux : vues photographiques d'ouvrages et constructions faites par le Sud-Électrique.

Exemple d'une ligne du Sud-Électrique sur poteaux en fer U ; type d'isolateur du Sud-Électrique ; carte du réseau de la ville de Nîmes ; 6 photographies diverses de la Nîmoise ; une carte du réseau de la ville d'Avignon ; enfin des photographies diverses de la Société Avignonnaise.

M. **Daverio Henrici** a appliqué en grand à la meunerie française la commande électrique ; les machines les plus modernes fonctionnent sous les yeux du public.

**Société générale des Condensateurs électriques.** — Ces appareils ont été décrits ici même (voy. *L'Industrie électrique*, n° 357 du 10 nov. 1906, p. 495).

**Abel Pifre**, le constructeur bien connu, expose des appareils pour ascenseurs. Un treuil pour ascenseur d'hôtel fonctionne devant le public avec tous ses appareils de commande électrique. La vitesse de la cage est de 1 m par seconde avec une charge de 500 kg. Le moteur électrique qui l'actionne absorbant 40 ampères sous 220 volts, courant continu, est excité en dérivation avec un enroulement compound pour le démarrage, mis hors circuit ensuite par un appareil automatique. Le tableau de commande est tout entier manœuvré par des relais actionnés par des boutons contacts à distance. Le rhéostat est aussi commandé magnétiquement et plus ou moins rapidement suivant l'intensité du courant absorbé par le moteur. La bobine principale de commande de ces manœuvres est branchée en dérivation aux bornes du moteur. Vient ensuite un monte-charge pour l'industrie et un autre pour usage domestique (monte-plats).

La Société de l'**Appareillage électrique Grivolas**, bien connue de nos lecteurs, expose un jeu d'orgue pour théâtre, des appareils électriques pour automobiles, des pièces moulées en alliages et en ébonite (bois durci) ou en électroïne, matières isolantes qui prennent un grand développement.

La maison **Rousselle et Tournaire** nous présente les appareils de mesure Siemens et Halske ; nous y remarquons une variété remarquable de voltmètres, ampèremètres, wattmètres répondant à toutes les exigences des stations centrales. Les appareils de mesures de laboratoire attirent notre attention par leur fini de construction. Nous reviendrons du reste plus en détail sur ces instruments qui paraissent avoir été longuement étudiés. Signalons également des installations de signaux pour mines, des postes téléphoniques et des appareils pour automobiles.

Digitized by Google

## PALAIS DE LA TRACTION

Dès l'entrée on aperçoit les stands des Tramways, permettant de juger *de visu* du grand souci qu'ont eu les diverses Compagnies d'assurer le bon fonctionnement de leurs lignes, la rapidité du transport, le bien-être du voyageur, et d'établir entre elles des points de comparaison pris sur le vif.

**L'Est-Parisien,** montre son modèle de voiture pour été et hiver et son truck à bogies et à rotation perfectionnée.

La même Compagnie expose un modèle de voie à prise de courant souterrain, des photographies, ainsi qu'une reproduction graphique fort claire et fort intéressante de son exploitation.

La **Compagnie Nice-Beaulieu-Monaco** a eu l'heureuse idée de mettre sous nos yeux un train à unités multiples, composé de deux automotrices à ses extrémités et d'une voiture à banquettes ouvertes au milieu. Les photographies des différents panoramas du littoral choisis pour satisfaire les plus délicats sont pour les uns une révélation pleine de promesses de ce coin de la Côte d'Azur où la nature s'est montrée si prodigue de sites enchanteurs, pour les autres, une charmante réminiscence de merveilles jadis entrevues. A remarquer une collection de dessins et des schémas de connexions de ce train à unités multiples complétant la dite exposition.

**Tramways de Gênes.** — Voici une voiture des tramways de Gênes, à trolley, avec banquettes longitudinales, signaux et appels électriques, pour une voie de 1 m de largeur. Elle est actionnée par deux moteurs de 25 kw, et contient normalement 42 places.

La **Société des Tramways de Bordeaux** expose les détails et accessoires de ses voitures, les photographies de ses usines et de ses différents dépôts et une représentation graphique de son exploitation.

Les **Tramways de Marseille** enfin, dont le réeau a acquis, au cours de ces dernières années, une intensité si prodigieuse, présentent les détails et la coupe d'une voiture automotrice avec banquettes en travers et couloir médian. Câbles de connexion, truck-support de la caisse de la voiture, moteurs anciens Oerlikon et de la *General Electric C°* avec leurs détails de construction : induit, inducteurs, bobines d'induit et d'inducteurs, trolley, résistances, contrôleurs, signaux de voie, etc., dessins des principaux croisements de voie les plus compliquées de notre ville; c'est une sorte de livre d'or de cette exploitation si méthodique et si bien ordonnée qui fait de Marseille une des villes les mieux desservies qui soient au monde au point de vue des moyens de transports intérieurs ou suburbains.

La **Compagnie générale française de Tramways** expose une caisse de voiture électrique en cours d'exécution; un truck Blanc-Misseron pour voiture électrique; un moteur de traction G. E. 57; roues; bandages; moteur de traction Oerlikon 1892; matériel de voie; rails et pièces en acier au manganèse cintrés à froid; diverses coupes de rails; une ligne aérienne avec rupteurs et blocks-systèmes à sémaphores; équipements électriques : contrôleurs, induits, rhéostats, interrupteurs, etc., et pièces de détails; pièces détachées de matériel roulant; appareils de levage; divers plans de réseaux, de voies et de matériel roulant.

**Schneider et C^ie^.** — Dans ce stand des tramways de Marseille, la maison Schneider et C^ie^, du Creusot, expose quelques-uns de ses produits, entre autres des échantillons de micrométallographie (acier doux, acier au molybdène, au nickel, etc.), et des séries de pièces déformées à froid donnant une idée très nette et très exacte de l'excellente qualité de ses aciers doux.

La **Société des Aciéries Edgard Allen** nous permet d'étudier sur sa voie en réduction, véritable petite merveille, la canalisation souterraine d'un tramway avec aiguillage du frotteur et de la voie. Enfin, et toujours dans le même ordre d'idées, les **Chantiers et Ateliers de Provence** exposent une série de vagonnets pour voies de tramways, à trois bennes mobiles autour d'un axe sur chaque vagonnet, destinés au transport des charbons. Par extension, puisque nous en sommes aux moyens de locomotion et de transport, arrêtons-nous devant le stand des constructions métalliques **Panz** pour examiner le modèle en miniature d'un pont à transbordeur, type de celui de Marseille, avec sa nacelle suspendue, destiné au canal des Deux-Mers.

**Compagnie des Chemins de fer du P.-L.-M.** — Si nous passons des tramways aux lignes de chemins de fer, voici le stand de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. Nous y remarquons : un modèle en réduction, avec voie miniature, du block-système électrique adopté sur un certain nombre de lignes de cette Compagnie et permettant une économie par la suppression des postes intermédiaires. Nous trouvons ici le redresseur de courant alternatif pour courant continu (système Auvert-Ferrand), décrit ici même[1]; un chasse-neige électrique en entier avec deux moteurs de 60 kw. Cet appareil rend de très grands services en pays de montagnes, et nous n'avons, pour nous en convaincre, qu'à jeter les yeux sur la photographie de cet appareil représenté en plein fonctionnement sur la ligne de Chamonix à Saint-Gervais.

Les **Chemins de fer de l'État italien** nous offrent des photographies et dessins de locomotive et automotrice électriques en usage dans la Valteline, sur les bords du lac de Côme, et des notices très complètes sur la nouvelle ligne de Genova-Busalla qu'on inaugurera incessamment, ligne qui s'imposait, paraît-il, pour satisfaire au trafic toujours croissant du port de Gênes.

Le **Groupe suisse des Chemins de fer de montagne**, Montreux, Oberland bernois, Interlaken et Martigny au Châtelard (Suisse), expose toute une série de vues extrêmement intéressantes des principaux travaux d'art exécutés sur ces différentes lignes à traction électrique; un modèle en réduction de l'aiguillage d'une voie à crémaillère, et un modèle de ses diverses crémaillères (éléments en grandeur naturelle), fournis par la Société de Saint-Louis-de-Roll à Gerlafingue (Suisse), et par la fonderie de Berne, appartenant à la même Société.

Quittons les chemins de fer pour l'automobilisme :

Nous trouvons la **Société Tribelhon et C^ie^**, de Zurich, qui expose une voiture à deux places pour service de ville à l'usage des commerçants et des docteurs. Cette voiture, relativement légère, munie d'une batterie de 250 kg seulement, peut faire 75 km de route, à raison de 25 km à l'heure.

La **Société F.I.A.T.**, de la *Fabbrica Italiana* d'automobiles de Turin a, dans son stand, deux voitures absolument nouvelles à 2 et à 4 cylindres : l'une, sans carrosserie, permettant d'étudier de très près les perfectionnements apportés au modèle 1908, l'autre munie de toute sa carrosserie qui sort de la maison Chappe, bien connue à Marseille.

Le graissage de ses voitures est automatique, la marche en est silencieuse.

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 568 du 25 avril 1907, p. 177.

Digitized by Google

Signalons encore :

La **Société nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône** expose une locomotive électrique d'un poids de 9 tonnes et de la force de 50 kw; une perforatrice électrique à 3 fleurets, d'un poids de 2 tonnes et d'une force de 10 kw; une haveuse électrique d'un poids de 2 tonnes et d'une force de 10 kw; un plan schématique donnant les détails des canalisations électriques et des applications de l'électricité dans les travaux de mine de la Société; diverses photographies se rapportant à diverses installations.

La **Société lyonnaise d'Applications électriques** expose la carte de son réseau de distribution à l'échelle de 1/50 000e avec carte de situation au 1/100 000e; le plan de distribution de la ville de Brignoles, avec vues diverses de l'usine du Pont-d'Argens et de postes de transformations de villages.

La **Société française du Métal anti-friction Glacier** expose des alliages de métaux blancs, dits anti-friction; coussinets; pièces fondues de bronze; fonderie d'aluminium; roulements à billes.

La **Société Westinghouse** expose un compresseur portatif sur chariot avec régulateur et accessoires; un compresseur électrique pour voiture automotrice de tramway avec régulateur et accessoires; une garniture d'appareils spéciaux de frein pour remorque; un équipement frein électro-magnétique; deux parafoudres; un voltmètre enregistreur; un compteur type C triphasé 160 ampères, 110 volts; un compteur type C monophasé 150 ampères, 110 volts; un moteur faible puissance courant continu; un moteur faible puissance courant alternatif; deux lampes à arc Excello; vingt lampes à incandescence Osmin.

La **Société anonyme des Éclisses électromécaniques** expose un éclissage électromécanique type Métropolitain de Paris, monté, du poids de 24 kg; un éclissage du même type mais non monté, même poids; un éclissage électromécanique type du chemin de fer de la Compagnie de l'Ouest, du poids de 22 kg; un éclissage électromécanique pour tramways légers du poids de 12 kg.

Les **Turbines hydrauliques America Sloan et Cie** exposent des turbines SS 6,372, 3,643, 1,218 dernier modèle et des roues de turbines NS 35 et 12 ancien modèle et une turbine NSC 15 dans une huche.

M. **Ernest Schiess** expose une machine spéciale à meuler les tables de roulement des rails de tramways; un stand de photographies de grosses machines-outils perfectionnées.

M. **Émile Potron** expose des ressorts, des ferrures de tramways et de chemins de fer, des pièces détachées pour postes de déclenchement, des ressorts et essieux pour voitures attelées et automobiles.

La **Compagnie de Signaux électriques pour chemins de fer** expose un panneau contenant une maquette d'un signal et des photographies et schémas de ses installations et appareillages.

M. **E. Deville** expose un vérin spécial de son système destiné à l'enlèvement des moteurs des voitures automotrices des tramways; un cric relève-rail pour voie; un cric de vanne à crémaillère dentée sur les deux faces de sa création brevetée; un cric à fût métallique de 500 kg; un vérin à vis à bouteille; un cric fût bois de 1500 kg 50 cm; un appareil avertisseur de manque d'eau dans les chaudières, création de la maison; un dessin d'ensemble d'un moteur à vapeur à grande vitesse et à volume réduit, cylindre mobile supprimant tige de piston et garniture.

M. **Dumont** expose une turbine complète montée sur un axe horizontal « invincible »; un régulateur de vitesse pour turbine; une roue mobile à aubes de 1,5 m de diamètre; une roue mobile à aubes de 350 mm; une roue mobile à aubes de 250 mm; un tableau montrant diverses pièces détachées.

M. **V. H. Mommens** expose un cadre contenant des tickets de tramways, chemins de fer, et une collection de blocs à l'usage du commerce en général.

M. **Millou** expose des pétrins mécaniques avec cuves en fonte actionnés par un moteur électrique approprié à leur force de travail (moteurs triphasés 100 v, 50 périodes par seconde).

M. **E. Legensiel et Cie** exposent du matériel de voie et accessoires de voitures en acier moulé.

M. **Laffont et Cie** exposent un pétrin à deux cylindres avec son moteur électrique; un pétrin malaxeur; deux moteurs électriques.

M. **Holzer** expose un modèle de joint pour voie de tramway, composé de deux coupons de rails Broca faisant une longueur totale de 1,20 m assemblés par un autre coupon de rail.

MM. **Albanese et Reiss** exposent des indicateurs lumineux pour voitures de tramways; connexions de rails; raccords et griffes de fixation pour fils électriques (ligne à haute tension); instruments de mesure; matières isolantes; accessoires divers pour tramways et chemins de fer électriques.

M. **J.-G. Brill et Cie** exposent un truck à deux essieux type 2 IE avec frein à patin sur rail; une paire de boggies maximum traction avec suspension; des sabots de frein à rattrapage automatique; des photographies de trucks, de voitures, d'arroseuses, de balayeuses à neige.

L'**Aluminothermie** expose un dispositif pour soudage des rails; un appareil de serrage pour soudage des rails; un creuset automatique avec trépied; un dispositif pour soudure de tubes bout à bout, des boîtes de titane-thermit; des boîtes de thermit-anti-soufflure, thermit de manganèse, thermit de chlore, poudre d'allumage, corindon; des photographies représentant diverses réparations de pièces cassées : tourillon de cylindre, de laminoir, étambot de navires, bâti de machines, etc.

A. Z.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 13 juillet 1908.*

### Remarques à propos de la note de M. Tissot « Sur l'emploi de détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques ». — Note de M. Édouard Branly. (Voy. les *Comptes rendus*.)

*Séance du 20 juillet 1908.*

### Appareil de sécurité contre des étincelles perturbatrices ininterrompues, en télémécanique sans fil.

Digitized by Google

— Note de M. Édouard Branly. — Tant qu'un accord rigoureux et exclusif ne sera pas réalisé entre deux postes, on devra venir en aide à la syntonisation pour se préserver des manœuvres à contre-temps.

J'ai décrit (1) un interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles; en préservant des étincelles perturbatrices prolongées, l'appareil actuel, construit à mon laboratoire, complète la solution.

Le nouvel appareil se compose de solénoïdes de même axe, aspirant des tronçons de fer doux espacés sur une tige non magnétique qui les supporte et glisse dans l'axe commun des solénoïdes. Je le supposerai adapté à un dispositif qui commande une opération déterminée. Pour établir un lien entre mes Communications sur ce sujet, je l'adapte ici à mon système de réception à axe distributeur tournant (2).

On sait que cet axe, entraîné par un moteur électrique, est installé sur la face supérieure d'une cage métallique qui abrite le radioconducteur et son circuit. Actionné à l'occasion d'une étincelle, un relais, contenu également dans la cage, ferme un circuit extérieur.

L'axe distributeur remplit son rôle à l'aide de disques à circonférence conductrice, centrés sur son axe géométrique.

Une *première série* comprend 7 disques qui appuient par des secteurs en saillie sur des goupilles flexibles émergeant légèrement du plafond de la cage. La pression d'un secteur sur une goupille complète un circuit extérieur si le relais de la cage établit en même temps un contact.

Ces disques sont : 1° un disque à 5 secteurs égaux, alternant avec des vides; à chaque tour de l'axe, les secteurs relient le radioconducteur à l'antenne réceptrice pendant les 5 intervalles de temps égaux où ils appuient sur la goupille. L'antenne devient antenne d'émission pour les 5 intervalles où les vides sont en face de la goupille.

2° Un disque à 5 secteurs identiques aux précédents et occupant la même position à tout instant. A ce disque (disque commun) aboutissent 5 circuits extérieurs.

3° Cinq disques à secteur unique; chacun de ces secteurs a la même position que l'un des secteurs des deux premiers disques. A chacun des 5 disques aboutit un des circuits extérieurs qui se réunissent au disque commun. Chacun des circuits peut actionner un déclancheur.

Une *seconde série* de 6 disques (ceux-ci sans communication avec l'intérieur) comprend : 1° un disque des temps qui offre sur son pourtour 5 groupes équidistants de dents étroites (1 pour le 1er groupe, 2 pour le 2e, ..., 5 pour le 5e); l'intervalle 2-3 est le temps qui sépare le frottement des groupes 2 et 3 contre un ressort latéral.

2° Quatre disques de contrôle ayant chacun deux larges dents situées, l'une au commencement d'un intervalle, tel que 2-3, et l'autre à la fin.

3° Un disque commun, auquel se réunissent 5 circuits partant des ressorts qui frottent contre les dents des disques des temps et des contrôles.

Afin d'éviter des étincelles qui useraient dents et ressorts, à l'échappement des dents, les 5 courants des temps et des contrôles sont faibles et actionnent un relais extérieur qui ferme le primaire d'une bobine d'induction, lors des contacts des dents avec les ressorts. La bobine donne des étincelles, qui sont des signaux pour le poste de transmission L'antenne du poste de réception a en ce moment son rôle d'émission, car les dents des temps et des contrôles correspondent aux vides des secteurs 1 et 2 de la première série.

Au poste de transmission, l'antenne est d'émission quand l'opérateur fait éclater des étincelles, elle est de réception pour les signaux des temps et des contrôles.

*Mise en marche de l'axe distributeur.* — Un électro-aimant vertical, fixé sur le dessus de la cage métallique, sert à mettre en marche à tout instant le moteur qui fait tourner l'axe distributeur. A cet effet, le noyau de l'électro-aimant est mobile; il porte à sa partie inférieure un anneau en ébonite qui repose par trois pointes métalliques sur trois goupilles émergeant légèrement du plafond de la cage. Une des goupilles relie le radioconducteur à l'antenne. Les deux autres livrent passage au courant qui ferme le déclencheur du moteur quand le relais intérieur fonctionne, à l'occasion d'une étincelle. Dès que le moteur tourne, le courant qui l'entraîne passe aussi dans la bobine de l'électro-aimant vertical, soulève le noyau et maintient les pointes écartées des goupilles pendant la marche du moteur.

Afin d'éviter des mises en marche fortuites, l'interrupteur rotatif de protection contre les étincelles accidentelles est intercalé dans le circuit qui fait déclencher le moteur.

*Description de l'appareil de sécurité à solénoïdes.* — Nous supposons trois solénoïdes : deux pour l'avance, un pour le recul. Leurs circuits ne sont jamais fermés que séparément. La tige aspirée est formée de trois tronçons d'ébonite alternant avec deux tronçons de fer doux. Deux des solénoïdes $b_1$ et $b_3$ la font avancer dans un sens, le troisième $b_2$ la fait reculer en sens contraire à son point de départ. La tige peut prendre trois positions : I, II et III. La position I est celle de départ; $b_1$ aspire de I en II, $b_3$ de II en III; $b_2$ ramène de II en I et de III en I.

$b_1$ agit par un flux d'étincelles éclatant dans l'intervalle 1-2; $b_2$ peut agir dans les intervalles 2-3 et 4-5; $b_3$ dans l'intervalle 3-4; l'intervalle 5-1 est réservé à l'arrêt du moteur.

*Fonctionnement normal.* — Le moteur ayant été entraîné par le flux d'étincelles qu'exige l'interrupteur à rotation, on lance dans l'intervalle 1-2 un flux qui amène la tige de I à II; une étincelle de contrôle en prévient. On laisse passer l'intervalle 2-3. Dans l'intervalle 3-4, on va de II à III par un nouveau flux; il y a ensuite une étincelle de contrôle.

Un courant spécial, que ferme la tige amenée en III, produit l'effet commandé. Sa réalisation est connue par une étincelle de contrôle.

Dans l'intervalle 4-5, on ramène la tige de III en I par $b_2$; on arrête le moteur dans l'intervalle 5-1.

*Fonctionnement troublé par des étincelles accidentelles.* — L'interrupteur rotatif part et revient automatiquement. Si, par hasard, le moteur se met à tourner, on opère comme dans le cas d'étincelles prolongées.

*Fonctionnement troublé par des étincelles prolongées.* — L'opérateur du poste de transmission est prévenu de

(1) *Comptes rendus* du 22 octobre et du 5 novembre 1906.
(2) *Comptes rendus* du 20 mars et du 26 juin 1905.

Digitized by Google

la rotation du moteur et de l'axe distributeur par une sonnerie et par l'inscription des signaux du disque des temps. Un signal de contrôle fait savoir que la tige a pris la position II; l'opérateur ne sait pas si la perturbation va persister dans l'intervalle 2-3, mais il lance lui-même un flux dans cet intervalle pour ramener à I. Alors la position III ne peut plus être prise, alors même qu'un flux éclate dans l'intervalle 3-4, car l'action de $b_3$ n'est efficace que si la tige est déjà dans la position II; en effet, la longueur des tronçons de fer a été réglée pour que la tige, en position I, n'obéisse pas à l'effort exercé par $b_3$.

*En résumé*, la position de repos est assurée par l'opérateur ou par les étincelles de perturbation elles-mêmes.

Dans la description précédente, il y a 5 déclencheurs; 1 pour le moteur, 1 pour l'effet commandé et 3 pour les solénoïdes. On supprime aisément ces derniers en réduisant le poids de la tige mobile. Le rôle des disques distributeurs reste le même; la différence consiste en ce que le courant, fermé par le relais intérieur, qui se partageait entre la bobine du frappeur (frappeur du radioconducteur) et l'électro-aimant d'un déclencheur de solénoïde, actionne directement le solénoïde en se partageant actuellement entre la bobine du frappeur et le solénoïde lui-même.

---

*Séance du 27 juillet 1908*

**Du mode différent dont se comportent, comme détecteurs d'oscillations électriques, les contacts imparfaits à variation de résistance et les contacts thermo-électriques.** — Note de M. C. Tissot. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions.** — Note de M. P. Pascal. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 3 août 1908.*

**Contribution à l'étude dynamique des moteurs.** — Note de M. A. Witz. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Sur les détecteurs à pointes de tellure et de tellurures.** — Note de M. Édouard Branly. — Les détecteurs trépieds à pointes de tellure ou de tellurures sur acier poli, tels que je les emploie, appartiennent au groupe des radioconducteurs et fonctionnent par variations de résistance. En effet, la force électromotrice qui leur est appliquée est nécessaire et sa suppression entraîne leur indifférence. Ne peut-on pas penser que, si le tellure occupe l'une des extrémités de la chaîne thermo-électrique, il n'en résulte pas nécessairement que toutes ses propriétés se rattachent à son rôle thermo-électrique? Il est vrai que déjà l'an dernier M. Austin, comme M. Tissot actuellement, guidé par le classement thermo-électrique du tellure, l'avait utilisé, dans des recherches suivies, pour former des détecteurs thermo-électriques. Ces détecteurs agissaient par production de forces électromotrices et non par variations de résistance sous l'influence des oscillations. On voit cependant que, dans les conditions où je me suis placé, la tellure agit par variations de résistance et d'une façon avantageuse.

**Conditions et durée d'auto-excitation des dynamos.** — Note de M. Swyngedauw. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Arc électrique entre une électrode solide et un liquide.** — Note de M. G. Athanasiadis, transmise par M. Lippmann. — Il est impossible d'entretenir un arc entre une cathode refroidie et une anode qui peut s'échauffer, mais on l'obtient entre une anode froide et une cathode portée au rouge blanc.

Par de nombreuses expériences nous avons cherché à préciser les conditions de la naissance et de l'entretien d'un arc entre un électrolyte et une électrode solide de charbon ou de métal.

Nous avons en outre étudié l'influence d'un condensateur et d'une bobine d'induction disposés en dérivation sur les deux électrodes comme dans l'expérience de Duddell.

Nous avons utilisé parmi les électrolytes de préférence les solutions des sels phosphoreux et surtout l'eau acidulée à 15-20 pour 100 d'acide sulfurique. L'une des électrodes était constituée d'une plaque de charbon, plongée continuellement dans le liquide, et l'autre d'un bâton de charbon ou de métal, dont nous avons fait varier le diamètre et l'immersion dans le liquide. La différence de potentiel entre les électrodes était portée à 220 volts.

*Influence de l'épaisseur et de l'immersion de l'électrode.* — Quand on emploie comme anode un fil de cuivre d'un petit diamètre (1 à 1,5 mm environ), plongé de 4 à 5 cm dans l'électrolyte, on observe que l'intensité du courant peut atteindre 6 ampères par une diminution de la résistance du circuit; mais alors l'intensité baisse brusquement à 0,5 ampère, l'électrode venant à être polarisée.

L'extrémité du fil devient phosphorescente, et, en même temps, il se produit un son aigu ou plutôt un sifflement, l'intensité du courant restant invariable, quoique la différence de potentiel puisse être portée jusqu'à 220 volts. La polarisation se fait plus facilement quand la portion du fil immergé dans le liquide diminue. Une fumée blanche échappe en même temps de l'anode, par suite de la décomposition de l'acide sulfurique.

Mais en renversant les pôles le fil devient incandescent et il se fond rapidement par la formation de l'arc. On obtient les mêmes phénomènes avec les fils de Fe, Sn, Al, etc., ainsi que par des bâtons de charbon. Si l'on utilise des fils plus gros en cuivre (diamètre 3 à 4 mm), la polarisation se fait en portant d'abord le fil (l'anode) en contact avec le liquide et en le plongeant ensuite progressivement jusqu'à 2 à 3 cm et davantage. La polarisation est alors conservée, ainsi que la phosphorescence de l'extrémité du fil.

Digitized by Google

En renversant de nouveau les pôles, nous obtenons un arc autour de la partie plongée du fil qui devient incandescent et enfin se fond. Un son très fort accompagne la formation de l'arc, tandis qu'autour de l'électrode le liquide passe à l'état d'ébullition et des gouttes sont vivement lancées au dehors. En augmentant la différence de potentiel jusqu'à 220 volts, le phénomène devient plus intense, tandis que l'intensité du courant, qui dépend de l'immersion, varie entre 1 et 8 ampères. Le courant est toujours intermittent.

On doit remarquer que, si la durée de l'arc se prolonge et augmente davantage l'incandescence du fil, l'intensité baisse graduellement. L'intensité du courant ainsi que celle du son augmentent quand l'anode plonge davantage dans le liquide. Pour obtenir la formation de l'arc à 5 ou 6 cm dans le liquide, on doit d'abord le produire en mettant en contact le fil et le liquide et en plongeant ensuite graduellement le fil afin que la cathode devienne incandescente. Mais il faut augmenter la différence de potentiel pour maintenir l'arc dans une profondeur plus grande.

Si l'on renverse brusquement les pôles, en rendant ainsi anode l'électrode déjà incandescente, la polarisation se fait immédiatement, même lorsque le fil est plongé à 5 ou 6 mm, et l'intensité baisse alors à 0,5 ampère. Il en résulte que la condition nécessaire pour maintenir la polarisation est l'échauffement de l'anode jusqu'à un degré suffisant.

*Influence de la capacité.* — Si nous disposons un condensateur de grande capacité (10 à 20 microfarads) en dérivation sur l'arc, cet arc devient plus brillant et le son plus aigu, mais un peu strident, et acquiert une intensité remarquable, tandis que le liquide est violemment lancé de tous côtés. Le courant alternatif qui passe dans le circuit du condensateur est d'une intensité de 0,20 à 0,55 ampère. En augmentant la capacité du condensateur, le phénomène devient plus intense. Mais par contre cette capacité n'a aucune influence sur le phénomène de la polarisation, le fil fonctionnant comme anode. Le son produit devient plus intense quand le vase contenant le liquide est ouvert. Mais dans un vase clos, par exemple dans un flacon de Woolff, le son est influencé par la cavité sonore du vase.

*Influence de la self-induction.* — Si l'on intercale enfin dans le circuit de l'arc une bobine $S_1$ et une seconde bobine $S_2$ dans le circuit du condensateur, on observe que l'influence du condensateur sur l'arc diminue à à mesure que la self-induction des bobines $S_1$ et $S_2$ augmente. Nous obtenons le plus grand effet en réduisant au néant cette self-induction. Mais, si l'on intercale dans le circuit principal le primaire d'une bobine de Ruhmkorff, on obtient des étincelles de 9 à 8 cm de longueur, l'arc fonctionnant déjà comme un interrupteur Wehnelt. La fréquence des interruptions, mesurée à l'aide d'un miroir tournant, varie entre 50 et 180 par seconde.

Nous concluons de ces expériences que : 1° l'expérience de Duddell peut réussir même quand l'arc se produit entre une anode liquide et une cathode solide; 2° l'arc formé entre un électrolyte et une électrode solide comme cathode peut être produit même sous une immersion de 7 cm et plus, la différence de potentiel étant portée jusqu'à 220 volts; 3° cet arc peut donner dans certains cas les effets de l'interrupteur Wehnelt, mais avec une intensité moindre; 4° il est impossible de produire un arc entre une anode solide et un électrolyte comme cathode même sur un voltage de 220 volts, mais on peut obtenir toujours la polarisation de l'électrode solide, quel que soit son prolongement dans le liquide.

---

*Séance du 10 août 1908.*

**Action de l'émanation du radium sur les solutions des sels de cuivre.** — Note de Mme Curie et Mlle Gleditsch. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Sur une application nouvelle de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit.** — Note de M. E. Mercadier. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. E., S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* Marillier *et* Roselet, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

---

387 072. — **Société Boas, Rodriguez et Cie.** — *Lampes électriques à incandescence pour phares d'automobiles et autres applications* (10 février 1908).

387 334. — **De Guillen Garcia.** — *Perfectionnements dans la transmission télégraphique de dessins et photographies* (18 février 1908).

387 285. — **Société Vernes, Guinet, Sigros et Cie.** — *Dispositif de suspension élastique pour armature d'électro-aimant à courant alternatif* (17 février 1908).

387 310. — **Fynn.** — *Perfectionnements relatifs aux moteurs à induction à courants alternatifs* (17 février 1908).

387 372. — **Midgley.** — *Dispositif pour produire et transmettre l'énergie électrique applicable spécialement aux automobiles et autres véhicules* (19 février 1908).

387 386. — **Prott.** — *Procédé de réglage des machines dynamos et des moteurs électriques* (20 février 1908).

387 167. — **Société Vedovelli, Priestley and Co.** — *Système de tableaux de distribution électrique* (12 février 1908).

387 180. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Perfectionnements dans les égalisateurs de charge pour distribution électrique de courants alternatifs* (12 février 1908).

387 311. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Perfectionnements dans les relais* (17 février 1908).

387 319. — **Société Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H.** — *Régulateur rapide pour circuits électriques avec résistance à action périodique* (18 février 1908).

Digitized by Google

387 590. — **Société française des téléphones système Berliner.** — *Système d'interrupteur électro-magnétique à noyau plongeant* (20 février 1908).

387 266. — **Loring.** — *Machine dynamo-électrique spécialement destinée au blanchiment de la farine* (15 février 1908).

387 150. — **Gross.** — *Perfectionnements aux dispositifs pour supporter les charbons ou électrodes par paires dans les lampes électriques* (12 février 1908).

387 188. — **Huguenin.** — *Dispositif pour l'amorçage automatique des lampes à vapeur de mercure* (15 février 1908).

387 259. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Lampe à vapeur de mercure* (15 février 1908).

387 324. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Système de suspension à la cardan appliqué aux filaments des lampes à incandescence* (4 mai 1908).

387 420. — **Diermann.** — *Perfectionnements aux installations électriques avec lampes à filaments électriques* (21 février 1908).

8851/384 200. — **Hegner.** — *Perfectionnements dans la fabrication des lampes électriques* (7 janvier 1908).

8854/380 159. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Dispositif pour porter à l'incandescence les filaments métalliques* (29 janvier 1908).

387 228. — **Firme Albert Thode and C°.** — *Arceau de frottement pour prises de courant des véhicules électriques* (14 février 1908).

387 474. — **Messier.** — *Moteur électrique composé d'une bobine unique* (24 janvier 1908).

387 625. — **Compagnie Générale Electrique.** — *Perfectionnements dans les alternateurs à grande vitesse plus particulièrement du type bipolaire* (27 février 1908).

387 651. — **Boettcher fils.** — *Dynamo à intensité constante et à vitesse variable* (28 février 1908).

387 700. — **Mehrsen.** — *Disque pour machines d'induction ou à condensateur* (29 février 1908).

387 749. — **Rady d'V Rad et Mlle Meiszlinger-Meszlenyi.** — *Procédé de fabrication de plaques positives pour accumulateurs* (4 mars 1908).

387 467. — **Henning.** — *Appareil pour l'épreuve des bouchons de sûreté* (22 juin 1907).

387 519. — **Société Electrical Manufacturing C°.** — *Rupteur automatique de courant de potentiel élevé* (24 février 1908).

387 655. — **Modigliani.** — *Parafoudre pour lignes électriques aériennes* (28 février 1908).

387 719. — **Villard et Thurneyssen.** — *Compteur électrique pour rayons X* (2 mars 1908).

387 726. — **Picard.** — *Interrupteur commutateur* (2 mars 1908).

387 752. — **Scheller.** — *Circuit d'oscillations pour la réception de courbes de résonnance en vue de la détermination de l'amortissement et du nombre de périodes des ondes électriques* (3 mars 1908).

387 740. — **Mme Petrus Jeanton.** — *Pince double et pince simple à douilles pour électriciens* (3 mars 1908).

8886/369 811. — **Verneuil.** — *Compteur d'énergie électrique* (5 février 1908).

8913/369 350. — **Société Vedovelli, Priestley et C^ie.** — *Sectionnement automatique des lignes électriques* (12 février 1908).

8914/369 350. — **Société Vedovelli, Priestley et C^ie.** — *Sectionnement automatique des lignes électriques* (18 février 1908).

387 462. — **Keller.** — *Dispositif de connexions souples pour électrodes de fours électriques* (6 mai 1907).

387 660. — **Pickard.** — *Récepteur d'ondes* (28 février 1908).

387 609. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Lampe à incandescence à filaments en fer à cheval suspendus* (27 février 1908).

387 647. — **Société Barbier, Benard et Turenne.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à arc à charbons horizontaux* (28 février 1908).

8884/375 897. — **Wellington et Daniell.** — *Perfectionnements apportés aux lampes électriques à arc* (5 février 1908).

8885/375 897. — **Wellington et Daniell.** — *Perfectionnements apportés aux lampes électriques à arc* (5 février 1908).

8931/376 842. — **Schmidt.** — *Appareil d'éclairage* (15 février 1908).

387 671. — **Wagner.** — *Train sur routes à traction électrique* (29 février 1908).

387 750. — **Cardwell.** — *Machine à écrire télégraphique* (10 janvier 1908).

387 795. — **Shepherd.** — *Perfectionnements dans les systèmes de signaux d'alarme* (18 février 1908).

387 902. — **Carpentier et Abraham.** — *Téléphone thermique* (17 mai 1907).

387 935. — **Bellini et Tosi.** — *Perfectionnements dans les postes de télégraphie sans fil dirigeable* (7 mars 1908).

387 982. — **Branly et Laurent.** — *Perfectionnements dans les détecteurs électrolytiques* (9 mars 1908).

388 005. — **Guggenheimer.** — *Mode de connexion de deux parties formant un objet de fantaisie destiné à contenir un téléphone, un microphone ou autre appareil analogue* (10 mars 1908).

8961/385 365. — **Loth et Viel.** — *Télégraphe multiplex dont le principe est applicable à la télégraphie sans fil et à la téléphonie* (15 mai 1907).

387 809. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux systèmes de contrôle de moteurs électriques alimentés tantôt par du courant continu, tantôt par du courant alternatif* (27 février 1908).

387 811. — **Société Usines hongroises de caoutchouc.** — *Plaques de séparation pour accumulateurs* (28 février 1908).

387 826. — **Lamy.** — *Accumulateurs électriques* (15 mai 1907).

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

**Société des Forces Électriques de la Goule (Saint-Imier).** — *Assemblée générale du 27 avril 1908.* — Rapport du Conseil d'administration. — Pour nous conformer à l'article 25 des statuts de notre société, nous avons l'honneur de vous présenter notre 14e rapport annuel de gestion pour l'exercice 1907 et nous soumettons à votre approbation le compte de profits et pertes et le bilan au 31 décembre 1907.

I. *Considérations générales.* — Pendant l'année 1907, nous vous avons réunis une seule fois en assemblée générale ordinaire le 22 avril 1907. Vous avez, dans cette réunion, approuvé le rapport de votre Conseil d'administration ainsi que les

Digitized by Google

comptes qui vous étaient présentés et les propositions pour la répartition du bénéfice. Le dividende de 4 pour 100, décidé par l'Assemblée générale, a été mis en paiement dès le 30 avril 1907. Nous avons la satisfaction de pouvoir vous annoncer que le résultat de l'exercice 1907 est beaucoup plus favorable que celui de 1906 et nous permettra, si vous adoptez nos propositions, de vous distribuer un dividende de 5 pour 100.

En 1907, les eaux du Doubs se sont maintenues d'une façon plus normale qu'en 1906, mais malgré cela, une sécheresse s'est produite pendant le courant de l'été. De ce fait, combiné avec une augmentation assez sensible des demandes en fourniture de force et de lumière, il en est résulté la mise en marche de la station de réserve et une augmentation importante de nos recettes d'exploitation.

La station de réserve nous a coûté 66 445,29 fr contre 88 142,55 fr en 1906 et nos recettes d'exploitation se sont montées à 377 661,49 fr contre 538 361,20 fr en 1906.

En 1907, nous avons marché avec la station de réserve pendant 130 jours. 1585 heures contre 149 jours, 2108 heures en 1906; et jamais 24 heures consécutives sous pleine charge, souvent avec une charge minime, ce qui est onéreux pour le coût du kw-h. La marche journalière la plus longue a été de 23 heures, le 8 octobre, et la plus courte de 1 heure 40, le 1er février.

Pendant les 149 jours la marche moyenne a été de 10 heures et demie.

Pour la charge le maximum a été de 672 kw. Le minimum 123 kw et la moyenne 460 kw. Le kw-h produit par la station de réserve a absorbé 1,972 kg de houille en moyenne. Une importante usine électrique en Suisse, qui a plusieurs groupes de turbo-générateurs d'une puissance supérieure au nôtre, déclare employer 1,98 kg par kw-h et l'Elektrizitätswerk de Strassbourg déclare dans son rapport de 1907 qu'elle consomme 1,73 kg de houille par kw-h. En 1904, ce chiffre était encore de 1,98 kg. Il faut toutefois remarquer que cette dernière centrale n'a pas de force hydraulique et qu'elle marche toute l'année jour et nuit avec la vapeur, c'est-à-dire dans des conditions de rendement beaucoup plus avantageuses que nous.

La sécheresse extraordinaire de 1906 et, d'autre part, la marche satisfaisante de l'augmentation de nos abonnés, nous ont fait songer à augmenter nos réserves thermiques. Lors même que notre turbine à vapeur marche maintenant d'une façon satisfaisante, elle ne nous donne pas, au point de vue de l'exploitation, ce que nous attendions par le fait qu'il arrive trop fréquemment que nous devons marcher seulement pendant quelques heures pour couper des pointes et avec des charges trop faibles; aussi, avons-nous pensé que, pour augmenter nos réserves, il fallait diriger nos regards d'un autre côté et profiter des grands progrès qui se font dans la construction des machines. Si en 1901, lorsque, ensuite de notre rapport, vous nous avez approuvés en faisant l'acquisition de la turbine à vapeur, on avait construit les moteurs Diesel pour une puissance raisonnable, il est plus que probable qu'au lieu d'une turbine à vapeur, nous aurions des groupes de réserves avec moteurs Diesel. Ces moteurs construits en Suisse par la maison Sulzer Frères à Winterthur, ont un avantage énorme pour une station de réserve, c'est de pouvoir être mis en marche, sans aucune préparation, dans l'espace de trois à cinq minutes. Il n'y a donc pas de combustible perdu avant la mise en marche, comme c'est le cas avec les chaudières à vapeur. En outre, le prix de revient du kw-h est sensiblement inférieur.

Nous nous sommes donc décidés de faire l'acquisition d'un moteur Diesel de 375 poncelets qui doit nous être livré dans le courant de l'automne 1908.

Par suite de l'agrandissement de ses services techniques, la commune de Saint-Imier s'est vue dans la nécessité de construire un nouveau bâtiment en dessous de la ligne de chemin de fer et, dans ce bâtiment, elle a mis à notre disposition un emplacement suffisant pour loger ce moteur avec la génératrice et l'appareillage.

Le coût du groupe complet se montera à 200 000 fr environ, et nous ne doutons pas que vous soyez d'accord de ratifier cette dépense qui est nécessitée par le développement de notre entreprise.

Revenant sur l'importante question des eaux du Doubs, nous devons vous dire que, depuis quelques années, les spécialistes et nous aussi avons constaté que l'étiage baisse d'année en année. Il résulte des observations faites que des pertes et fuites d'une très grande importance existent et s'accentuent toujours entre :

1. La Cluse et Pontarlier.
2. Arçon et Maison du Bois.
3. Au Drugeon en amont de Bouveraux.

Ces constatations ont inquiété les industriels utilisant les eaux du Doubs. Aussi, sur l'initiative de M. Jules Japy, un syndicat des usiniers du bassin du Doubs s'est constitué dernièrement pour étudier les voies et moyens pour rendre au Doubs les eaux qui lui appartiennent dès sa source.

Ensuite d'un rapport très circonstancié présenté par MM. les géologues Schardt à Neuchâtel et Fournier à Besançon, le syndicat a confié les travaux préliminaires à un des ingénieurs des ponts et chaussées, M. Laureaux, à Besançon, qui est déjà très au courant de la question et va de suite se mettre à l'œuvre. Les gouvernements de Berne et Neuchâtel qui ont un intérêt majeur à ce que les eaux du Doubs ne soient pas détournées, ont été invités à se joindre au syndicat. Éventuellement, des démarches seront faites auprès de la Confédération pour qu'elle s'intéresse aussi financièrement à ces études et travaux.

Notre exploitation s'est faite en 1907 d'une façon tout à fait normale. A la grande satisfaction de nos abonnés, nous n'avons pour ainsi dire pas eu d'interruptions autres que par des fusibles remplacés en quelques minutes, accidents inévitables.

L'entreprise du Refrain est en bonne voie, les travaux, qui jusqu'à maintenant n'ont pas donné de mécomptes, se poursuivent normalement et d'après les prévisions, la mise en marche de l'usine pourra se faire vers la fin de l'année 1908.

Comme par notre participation à cette entreprise, vous y avez des intérêts indirects, nous ne manquerons pas, en temps utile, de vous faire parvenir les rapports annuels qui seront publiés par cette Société.

L'entreprise de la Société électrique de Morteau marche normalement, elle se développe et pourra donner de bons résultats dès qu'elle pourra recevoir le courant électrique depuis la Goule, ce qui aura lieu prochainement.

Nous allons faire les démarches nécessaires pour que nos actions soient cotées à la bourse de Bâle.

II. *Administration.* — Dans notre Conseil d'administration, il n'est pas survenu de changement et le bureau est composé comme l'année précédente.

Nous avons à déplorer le décès de M. A. Binétruy qui était le représentant des communes françaises; il a rendu à notre entreprise des services dont la valeur ne peut pas être assez appréciée et nous garderons de lui toujours un souvenir de profonde reconnaissance et d'estime.

Les communes françaises ne nous ont pas encore désigné son remplaçant.

III. *Construction.* — Vous constaterez d'après notre bilan que les travaux d'art et travaux mécaniques n'ont pas subi de modifications. Par contre, le coût des travaux électriques est toujours en augmentation et toujours pour les mêmes raisons, agrandissements des réseaux haute et basse tensions, nouvelles lignes téléphoniques en France, achats de nouveaux transformateurs par suite de nouvelles demandes de fourni-

Digitized by Google

ture d'énergie électrique. Cette augmentation représente la somme de 64 456,36 fr.

Le compte d'immeubles est en augmentation de 21 550,59 fr. Nous avons dû acheter une propriété pour pouvoir établir la ligne de la Goule à Morteau; nous avons construit une annexe à l'usine de la Goule pour loger les nouveaux transformateurs et l'appareillage pour la ligne à 18 000 volts Goule-Morteau.

IV. *Abonnements :*

*Lumière.*

| État des abonnements. | Nombre de lampes. | Nombre de bougies. | Devant produire une recette de |
|---|---|---|---|
| 31 décembre 1907. . | 16 049 | 166 052 | 164 503.90 fr. |
| 31 décembre 1906. . | 14 253 | 149 064 | 148 161.65 |
| Augmentation. . | 1 796 | 16 988 | 16 339,25 fr. |

*Force.*

| État des abonnements. | Force abonnée. | Devant produire une recette de |
|---|---|---|
| 31 décembre 1907. . . . | 1776 HP | 252 594.10 fr. |
| 31 décembre 1906. . . . | 1514 HP | 201 665.70 |
| Augmentation. . . . | 262 HP | 27 928,40 fr. |

*Appareils divers.*

| État des abonnements. | Nombre d'appareils. | Devant produire une recette de |
|---|---|---|
| 31 décembre 1907. . . . . | 233 | 3 382.25 fr. |
| 31 décembre 1906. . . . . | 188 | 3 168.65 |
| Augmentation. . . . . | 45 | 215,60 fr. |

ce qui donne un total de recettes en plus de 44 481,25 fr.

V. *Bilan.* — En faisant la comparaison du bilan d'une année à l'autre, il y a peu de remarques à faire. Nous avons fait sur les comptes mobilier et installations une dépréciation raisonnable, approuvée par MM. les vérificateurs.

Le compte de débiteurs divers se trouve augmenté des versements effectués sur notre participation au capital actions de la Société du Refrain.

Nous avons pu, grâce au résultat de l'exercice, rétablir le compte d'ordre à la disposition des actionnaires à son chiffre de l'année précédente. Le compte de fonds de retraite pour le personnel a reçu aussi sa dotation.

VI. *Profits et pertes :*

| | |
|---|---|
| Le solde du compte de profits et pertes est de. . . . | 117 809,22 fr. |
| D'après l'article 25 des statuts, nous devons prélever 10 pour 100 au fonds de réserve. . . . . | 11 780,00 |
| Reste à votre disposition. . . . . | 106 029,22 fr. |
| Nous vous proposons de répartir un dividende de 5 pour 100 au capital actions, soit. . . . . | 100 000,00 |
| A porter à compte nouveau. . . . . | 6 029,22 fr. |

VII. *Conclusions.* — Nous avons l'honneur, pour conclure, de vous proposer les résolutions suivantes.

Entendu le rapport du Conseil d'administration sur l'exercice 1907, la lecture du bilan et du compte de profits et pertes au 31 décembre 1907 et le rapport de MM. les commissaires vérificateurs, l'Assemblée décide :

1° De ratifier la décision prise par le Conseil d'administration d'augmenter la réserve thermique et lui donner pleins pouvoirs pour se procurer les fonds à cet effet.

2° D'approuver le bilan au 31 décembre 1907 tel qu'il est présenté par le Conseil d'administration.

3° De répartir un dividende de 5 pour 100 au capital actions.

4° De donner décharge au Conseil d'administration pour sa gestion.

Vous aurez à procéder à la nomination de deux vérificateurs des comptes et d'un suppléant dont le mandat est expiré.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Provision des annuités. . . . . | | 101 450.00 fr. |
| Frais d'exploitation et frais généraux. . . . . | | 108 110.50 |
| Frais d'exploitation de la station de réserve. . . . | | 66 443,29 |
| Frais de réfection : | | |
| Immeubles. . . . . | 546.10 | |
| Travaux d'art. . . . . | 285.60 | |
| — mécaniques. . . . . | 43.70 | |
| — électriques. . . . . | 1 865,20 | |
| Chaudières. . . . . | 842,90 | |
| | | 3 581.50 |
| Commission d'emprunts. . . . . | | 1 524,50 |
| Commission de banques et change. . . . . | | 646.65 |
| Dépréciations sur installations. . . . . | | 19 000,00 |
| Dépréciation sur mobilier. . . . . | | 2 000,00 |
| Compte d'ordre à la disposition des actionnaires. . | | 17 086,97 |
| Fonds de retraite. . . . . | | 2 000.00 |
| Solde . . . . . | | 117 809,22 |
| Total. . . . . | | 459 652,45 fr. |

*Passif.*

| | |
|---|---|
| Exploitation force et lumière. . . . . | 377 661.49 fr. |
| Bénéfice sur installations lumière, moteurs, appareils, location et vente des moteurs. . . . . | 25 574,15 |
| Bénéfice sur marchandises. . . . . | 775.00 |
| Location de compteurs. . . . . | 2 594.50 |
| Loyer des immeubles. . . . . | 5 870.25 |
| Escompte et change. . . . . | 985,81 |
| Intérêts, solde du compte. . . . . | 25 565.35 |
| Divers. . . . . | 2 626,08 |
| Total. . . . . | 459 652,45 fr. |

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1907

*Actif.*

| | |
|---|---|
| Concession. . . . . | 277 000,00 fr. |
| Immeubles (assurance 585 000 fr.). . . . . | 500 678.56 |
| Travaux d'art. . . . . | 513 014.88 |
| Travaux mécaniques. . . . . | 222 516.48 |
| Travaux électriques. . . . . | 1 490 948.34 |
| Mobilier. . . . . | 20 082.49 |
| Bureau technique. . . . . | 7 086.84 |
| Usine de la Goule. . . . . | 22 308.50 |
| Électro-moteurs et compteurs. . . . . | 28 254.40 |
| Moteurs en location. . . . . | 9 855.65 |
| Marchandises. . . . . | 50 142.78 |
| Débiteurs divers. . . . . | 1 360 316.06 |
| Combustible. . . . . | 23 152.90 |
| Effets à recevoir. . . . . | 3 085.90 |
| Titres. . . . . | 189 500,00 |
| Caisse. . . . . | 21 011.81. |
| Poteaux injectés. . . . . | 9 210,10 |
| Commission d'emprunts. . . . . | 26 000,00 |
| Station de réserve (assurance 228 300 fr.). . . . . | 547 417,53 |
| Total. . . . . | 5 521 565,52 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital actions. . . . . | | 2 000 000,00 fr. |
| Capital obligations. . . . . | 1 570 000 fr. | |
| Obligations remboursées. . . | 381 000 » | |
| | | 1 189 000,00 |
| Créanciers divers. . . . . | | 217 789,57 |
| Compte d'attente. . . . . | | 2 505,55 |
| Provision des annuités. . . . . | | 77 010,00 |
| Fonds d'amortissement et de renouvellement (581 000 fr + 183 000 fr.) . . . . . | | 564 000,00 |
| Fonds de réserve. . . . . | | 97 200,00 |
| Compte d'ordre à la disposition des actionnaires. . | | 50 000,00 |
| Fonds de retraite. . . . . | | 12 525,00 |
| Coupons non encaissés. . . . . | | 1 051,20 |
| Banque cantonale de Berne, emprunt provisoire. . | | 1 012 893,00 |
| Profits et pertes. . . . . | | 117 809.22 |
| Total. . . . . | | 5 521 565,52 fr. |

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

62597. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 402. 25 Septembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Statistique des stations centrales existant en France en 1908. — Congrès international des applications de l'électricité. — Les Sociétés scientifiques électriques au Japon. — Incendies dus à l'électricité. — L'éclairage des rues aux États-Unis. — Électrocution par courants à basse tension. . . . . 409

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Auxerre. Lavaur. Lure. Mohon. . . . . 410

CONGRÈS INTERNATIONAL DES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ. . . . . 411

1re *Section*. — Réglementation. . . . . 412

2e *Section*. — Construction et protection des réseaux électriques. . . . . 413

3e *Section*. — Exploitation technique et commerciale. . . . 414

4e *Section*. — Éclairage et applications domestiques. . . . 415

5e *Section*. — Applications à l'industrie, aux usines, à la traction . . . . . 417

6e *Section*. — Électrochimie et électrométallurgie. . . . . 420

7e *Section*. — Télégraphie et téléphonie . . . . . 421

8e *Section*. — Enseignement et mesures. . . . . 422

9e *Section*. — Applications à l'hygiène et à la médecine. . 424

LES POTEAUX POUR LIGNES AÉRIENNES A L'EXPOSITION DE MARSEILLE. **L. Conge** . . . . . 425

L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE. **L. Barbillion**. . . . 425

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du* 17 *août* 1908 : Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique, par **J. Violle**. . . . . 452

BREVETS D'INVENTION . . . . . 452

## INFORMATIONS

**Statistique des stations centrales de distribution d'énergie électrique existant en France en 1908.** — Nous sommes heureux d'annoncer à nos lecteurs la publication de cet intéressant travail dans notre prochain numéro du 10 octobre 1908 qui lui sera entièrement consacré.

Cette statistique présente, sous forme de tableaux, des renseignements et des données très intéressantes sur chaque station. Le lecteur y trouvera les usines électriques classées par département et pour chacune d'elles la puissance, la tension en volts du courant distribué, le prix de l'énergie, etc. Le volume même de cette publication, qui ne compte pas moins de 66 pages renfermant la nomenclature de près de deux mille villes reliées à une distribution d'énergie électrique, donne déjà une idée de la quantité de renseignements qu'elle renferme, et, à ce sujet, nous nous faisons un plaisir de remercier ici tous ceux qui ont bien voulu nous aider dans cette tâche ingrate en nous fournissant de précieuses indications et de nombreux documents. A. S.

**Congrès international des applications de l'Électricité.** — Nos lecteurs trouveront, dans le présent numéro, un compte rendu des séances du Congrès, ainsi que des discussions auxquelles il a donné lieu. Hâtons-nous de dire qu'il a été des plus intéressants et des plus suivis; aussi nous faisons-nous un devoir de remercier ici ses organisateurs, en souhaitant de voir se renouveler plus souvent qu'on ne l'a fait jusqu'à présent ces réunions qui ne font que resserrer davantage les liens qui unissent les électriciens de tous les pays.

En dehors des séances du matin, consacrées aux travaux proprement dits du Congrès, plusieurs visites d'usines très intéressantes ont été suivies, l'après-midi, par de nombreux adhérents.

Signalons d'abord l'excursion à l'usine de la Brillanne, qui fut des plus réussies. La disposition générale de l'usine, l'organisation des lignes à 50 000 volts, ainsi que l'appareillage fonctionnant sous cette tension, les parafoudres, etc., captivèrent longtemps l'attention des congressistes.

La visite en bateau des bassins du port agrémentée par une promenade en rade eut aussi un grand succès. Signalons également les excursions aux belles usines de la Compagnie des Tramways, à Saint-Giniez; à celle de la Compagnie du Gaz et de la Compagnie générale d'Électricité, ainsi qu'aux postes de transformation d'Allauch. Plus de 500 congressistes circulèrent autour des alternateurs, tableaux à haute tension, appareillage et parafoudres à 50 000 volts, disons même 55 000 volts pour être plus exact, sans que l'on ait eu à regretter le moindre accident ou incident, et cela grâce à la bonne organisation de toutes ces promenades.

Nous nous plaisons à rendre ici hommage à la Compagnie des tramways de Marseille pour l'excellente organisation de son réseau, un des plus merveilleux de la France entière. Tous ceux qui l'ont parcouru ne nous taxeront pas d'exagé-



Digitized by Google

ration quand nous aurons dit que son exploitation ne laisse rien à désirer et qu'il pourrait être cité comme un des modèles du genre sous tous les rapports. Regrettons simplement que toutes ces belles applications de notre industrie électrique soient, à Marseille, sous la dépendance d'une municipalité qui ne paraît pas bien les apprécier. Notons, en passant, le désintéressement complet du Conseil municipal pour le Congrès des Électriciens que, sans doute, des questions d'ordre politique lui ont fait ignorer. Nous n'en conserverons pas moins un excellent souvenir de Marseille, que ne fait qu'augmenter encore l'exquise amabilité témoignée par tous nos collègues ingénieurs-électriciens de cette ville. A. S.

**Les Sociétés scientifiques électriques au Japon** (*Electrical World*. — Il y a actuellement au Japon trois Sociétés scientifiques s'occupant plus particulièrement d'électricité, ce sont celle de la Science télégraphique, l'Association des électriciens et l'Association scientifique électrique. Cette dernière est l'association la plus nombreuse et la plus puissante, elle est analogue à l'Institut américain des ingénieurs électriciens. Les membres de cette Société se divisent en quatre catégories, les membres titulaires, les membres associés, les membres honoraires et les membres « protecteurs ». Un ingénieur diplômé d'une école, ou bien qui a dirigé pendant trois ans une entreprise et est familier avec la science électrique, ou bien qui a une grande expérience de la science électrique, peut être nommé membre titulaire.

Une personne qui s'occupe d'électricité mais n'a pas toute la compétence désirable peut être membre associé. Des personnalités éminentes dans la science électrique peuvent être nommées membres honoraires.

Un membre protecteur est celui qui a donné 125 fr ou plus à la Société. Le Comité de direction, qui se compose de 12 membres, statue sur la nomination des membres.

Le Conseil d'administration comprend : 1 président, 2 secrétaires, 12 directeurs, 2 secrétaires payés, 2 trésoriers et 1 comité d'édition comprenant 6 membres. Le président actuel est le baron Otori.

Il y a une séance chaque mois à Tokio, à l'exception de juillet et août; des conférences suivies de discussion sont ensuite publiées dans le *Bulletin*. Une réunion générale avec visite d'installations a lieu chaque année.

L'Association existe depuis vingt ans; en décembre dernier le nombre des membres titulaires était de 641, celui des membres associés de 610, celui des membres honoraires de 6 et des membres protecteurs de 20. F. L.

**Incendies dus à l'électricité.** — L'*Electrician* s'élève avec juste raison sur la facilité avec laquelle le public attribue les incendies à un court-circuit, et il engage les Sociétés d'électricité à relever les dires souvent faux de la presse journalière. A ce sujet, d'après les données des sapeurs-pompiers de Londres, il y a eu en 1907, 94 incendies dues à l'électricité et 344 au gaz; en 1906, les chiffres respectifs ont été de 105 et 405. F. L.

**L'éclairage des rues aux États-Unis.** — L'éclairage électrique tend de plus en plus à s'y répandre et à remplacer l'éclairage au gaz. L'emploi de lampes à filament métallique, particulièrement des lampes Wolfram, s'est rapidement répandu. On a beaucoup employé des lampes Nernst de 50 bougies disposées en série dans les réseaux à courant alternatif. On remplace actuellement beaucoup de lampes à arc par des lampes à incandescence à faible consommation. Dans quelques villes on utilise des lampes à arc à électrodes métalliques (lampes à magnétite); pour l'éclairage des rues on n'utilise guère de lampes à flamme, qui au contraire sont installées dans les gares et les parcs. On emploie également beaucoup de lampes à vapeur de mercure, surtout dans le cas de réclame. F. L.

**Électrocution par courants à basse tension.** — A propos de l'article de M. Meynier(1), un de nos correspondants nous signale un cas d'électrocution dont il a été témoin, très remarquable par la faible tension du courant qui l'a produite.

Un maçon de l'usine à gaz de Marseille était occupé à la réparation d'une toiture entièrement métallique (tôles ondulées galvanisées sur charpente en fer). Cet ouvrier était chaussé d'espadrilles humides.

Une ligne à courants triphasés à 190 volts à 25 périodes par seconde passe à environ 1 m au-dessus de la toiture et il se trouvait qu'un des fils de ce réseau était accidentellement à la terre. Probablement en voulant se baisser pour passer en dessous de cette ligne, le maçon a touché avec la tête le fil inférieur. Il est tombé électrocuté. Quelques minutes après son manœuvre le trouvait étendu sur le toit, il portait sur le haut du front une trace de brûlure légère de 1 cm de large et 5 cm de long.

Les tractions de la langue et la respiration artificielle appliquées de suite vigoureusement n'ont produit aucun résultat.

Le fait brutal est donc celui-ci : un homme a été électrocuté avec un courant alternatif d'une tension de 190 volts à 25 périodes par seconde, appliquée entre un fil appuyant sur son front et une tôle sur laquelle il reposait par des pantoufles humides; cela prouve que l'on ne saurait prendre trop de précautions avec les ouvriers travaillant à proximité de courants généralement admis comme inoffensifs. L. C.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Auxerre.** — *Traction électrique.* — En vue de l'établissement d'un tramway électrique Auxerre-Chablis-Tonnerre, le Conseil municipal d'Auxerre a voté le contingent qui lui était demandé, soit 100 000 fr.

**Lavaur (Haute-Garonne).** — *Éclairage.* — Le Conseil municipal a voté l'acquisition de plusieurs lampes à arc et la transformation de l'éclairage sur divers points de la ville.

**Lure (Doubs).** — *Nouvelle concession.* — La concession de l'éclairage dans cette ville expirant en 1911, le Conseil municipal songe déjà à s'occuper des propositions pouvant lui être faites, soit pour l'électricité, soit pour l'éclairage mixte.

**Mohon (Ardennes).** — La Société « Est Électrique » est en train de réaliser la première partie de son programme comportant l'établissement d'une usine avec deux unités de 1200 kw et les installations accessoires. C'est un devis de 1 400 000 fr.

Elle songe, dès à présent, à la mise en service d'un troisième groupe permettant de doubler la puissance utile de l'usine. La dépense de ce chef est évaluée à 400 000 fr.

Comme son capital actif initial était de 1 000 000 de fr, dont 900 000 fr en espèces, elle aura besoin d'une somme égale.

L'assemblée du 2 juillet dernier a autorisé le Conseil à émettre un emprunt de 1 million au mieux des intérêts de la Société.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 août 1908, p. 347.

Digitized by Google

# CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

# APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

## MARSEILLE — 1908

Le Congrès international des applications de l'électricité s'est ouvert à Marseille, lundi 14 septembre à 10 heures du matin, sous la présidence de M. *Maurice Lévy*, membre de l'Institut. Onze nations avaient répondu à l'invitation qui leur avait été faite et avaient envoyé des délégués. Citons :

Pour l'Autriche, Ministère des chemins de fer : M. *Max Jullio*.

Pour la Belgique, Ministère des chemins de fer, postes et télégraphes : MM. *Roosen*, directeur de l'Administration des télégraphes; *Lhoest*, inspecteur de direction à l'Administration des chemins de fer; — Ministère des travaux publics : MM. *Gevaert*, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées; *Lasalle*, ingénieur des ponts et chaussées.

Pour l'Espagne, Ministère du commerce : M. *de Justo*.

Pour l'Italie, Ministère de l'agriculture, de l'industrie et du commerce : MM. *Mariosica*, secrétaire au dit Ministère; le professeur *Batelli*, le capitaine *Mascaretti* et *Verole*.

Pour la Russie : MM. *Paul Voinarowsky*, directeur de l'Institut électro-technique de l'empereur Alexandre III; *Stanos*, chemins de fer russes; *Chapirerie*, ingénieur des mines; *Le Chatenat*.

Pour la Suisse, chancellerie de la Confédération suisse : M. *Vaterlaus*, ingénieur en chef de l'inspectorat pour les installations à courant fort de la Société suisse des Électriciens.

Pour la Hollande : M. *Feldmann*.

Pour la Suède : MM. *Ericson*, inspecteur au Conseil de commerce; *Holmer*.

Pour la Hongrie : M. *P. Ossatchy*.

Pour la République Argentine : M. *Jacquemat*.

Pour la Roumanie : M. *Carpen*.

M. le Ministre des travaux publics, qui n'avait pu venir présider cette grande manifestation scientifique, avait délégué officiellement pour le remplacer, M. Maurice Lévy, membre de l'Institut.

M. Maurice Lévy est accompagné de MM. *Monmerqué*, ingénieur en chef des ponts et chaussées; *Weiss*, ingénieur en chef des mines; *Leprince-Ringuet*, ingénieur des mines; *de Preandeau*, inspecteur général des ponts et chaussées, qui font partie également de la délégation du Ministère des travaux publics.

Le Ministère du commerce est représenté par M. *Stapfer*, inspecteur départemental de l'enseignement technique à Marseille; celui de l'agriculture, par M. *de la Brosse*, ingénieur en chef des ponts et chaussées et chef du service des grandes forces hydrauliques de la région des Alpes, et M. *Lévy-Salvador*, ingénieur au service technique de la direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles; celui de la marine, par M. *Maugas*, ingénieur en chef du génie maritime; celui de la guerre, par M. *Piérard*, chef de bataillon, attaché à la section technique du génie, et M. *Cordier*, chef d'escadron, chef de l'atelier de précision à la section technique de l'artillerie; les Chemins de fer de l'État, par M. *Cailho*, ingénieur des chemins de fer de l'État, et le Ministère des postes et télégraphes, par M. *Lange*.

D'autre part, l'École polytechnique a envoyé au Congrès son directeur M. le général *Kreitmann*, et l'École centrale, M. *Monnier*, professeur.

Dans un fort intéressant discours, dont nous ne pouvons donner ici qu'un résumé, M. Maurice Lévy nous fait le tableau des étapes successives par lesquelles est passée la science électrique et de ses applications.

M. Maurice Lévy rappelle d'abord la perte subie par le Congrès en la personne d'un de ses membres d'honneur, M. Mascart, le doyen des électriciens de France, aux côtés duquel il a pris part, lors du premier Congrès d'électricité, réuni en 1881, à l'étude du système des unités électriques préconisé par le physicien anglais lord Kelvin et fondé, — début d'une entente cordiale, — sur le système métrique. Ce système était le vocabulaire qui a permis les applications multiples accomplies si rapidement depuis lors dans le domaine de l'électricité. L'Exposition de Marseille en donne le tableau, et le haut patronage des cinq ministres, l'envoi des délégations des gouvernements étrangers, enfin le nombre considérable des congressistes, en sont l'éloquente consécration.

Jetant un coup d'œil sur l'immense développement des applications électriques, qui se présente comme un auxiliaire puissant, souple et sûr, jusque dans les commandes des machines d'extraction des mines et des laminoirs d'aciéries, qui a pénétré les industries chimiques, ainsi que toutes les installations de transmission d'énergie, M. Maurice Lévy s'étend particulièrement sur les progrès accomplis dans le transport de l'énergie à distance.

M. Lévy, après avoir donné un remarquable exposé de ces progrès et de ce qu'on peut attendre encore du transport électrique de l'énergie à grande distance, termine ainsi son discours, très applaudi :

« Quel sera le Messie de cette nouvelle mécanique, plus complexe que celle qui nous a été léguée par Newton et ses grands successeurs? Se fera-t-il attendre pendant des années ou des siècles? C'est ce qu'il est difficile de prévoir. Ce que l'on peut pronostiquer, c'est qu'il viendra, quand tout sera prêt pour le recevoir, quand les faits nouveaux accumulés par la science expérimentale seront assez nombreux pour lui permettre d'établir une synthèse nouvelle. Il importe à l'humanité de préparer cet état supérieur de la science par le travail. C'est pourquoi je termine ces trop longues réflexions par ce mot : *laboremus*. »

A son tour, M. Guillain, ancien ministre, président de l'Union des syndicats d'électricité, s'exprime en ces termes :

« Monsieur l'inspecteur général,
« Messieurs les commissaires généraux,
« Messieurs les membres du Congrès,

« Le président de l'Union des syndicats de l'électricité a le devoir de remercier, au nom des industriels, les membres des Comités, commissaires généraux et leurs collaborateurs de l'éminent service qu'ils ont rendu à l'industrie électrique en organisant cette belle exposition et ce savant Congrès. Et ce n'est pas seulement, Messieurs, un service à rendre aux industries constructives ou exploitantes. En vulgarisant les applications de l'électricité, en montrant au grand public leur utilité pratique, leur adaptation si souple à tous les besoins de la vie privée et de la vie en commun, cette exposition et ce Congrès ont, nous devons l'affirmer, une haute utilité sociale.

« La distribution de l'énergie électrique est devenue un service public; elle sera bientôt un des plus importants services publics, plus important même que celui des transports, qui a cependant modifié si profondément la vie économique des nations.

« Lorsque, par le développement, que nous voyons déjà si rapide en peu d'années, des distributions publiques d'énergie étendant sur le pays tout entier leurs réseaux vivifiants, chaque usine, chaque exploitation agricole, chaque atelier de famille, chaque habitation pourra disposer de l'énergie électrique avec ses applications si variées, si générales, suppri-

Digitized by Google

mant l'effort musculaire et faisant du travailleur le directeur intelligent des forces motrices naturelles domestiquées, un énorme progrès économique aura été accompli.

« C'est pour hâter ce progrès par la vulgarisation des conquêtes de la science de l'électricité, que ce Congrès est réuni et que cette exposition a été conçue et admirablement réalisée. Non seulement, Messieurs, vous aurez bien mérité de l'industrie française, mais encore vous aurez mérité la gratitude de tous ceux qui travaillent et qui peinent, de tous ceux dont le dur labeur sera dans l'avenir adouci et le bien-être augmenté par l'utilisation généralisée de l'énergie électrique. Nous vous remercions d'avoir fait une œuvre de progrès social. »

Après quelques paroles fort applaudies, prononcées par le délégué de la Russie, M. Voinarowski, directeur de l'Institut électrotechnique impérial, la séance est levée pour permettre la constitution des bureaux de sections. Nous donnons ci-après en tête du compte rendu des travaux de chaque section, la composition de ces divers bureaux.

## COMPTE RENDU DES SÉANCES DU CONGRÈS

### PREMIÈRE SECTION. — **Réglementation.**

*Président* : M. Maurice Lévy, membre de l'Institut.
*Vice-présidents* : MM. Voinarowski, Monmerqué, Weiss.
*Secrétaires* : MM. Bougault, Sée, Ourson.

*Séance du mardi 15 septembre 1908.*

M. Ducreux donne lecture de son rapport sur **La traversée par les lignes électriques, des routes, voies ferrées, lignes télégraphiques et téléphoniques.** Après la lecture de ce rapport, M. Bachelay insiste sur la fréquence des vols dont sont victimes les exploitants des distributions d'énergie électrique et sur la nécessité d'y porter remède.

M. Prax voudrait que le cahier des charges de chaque concession, qui confère aux agents des Compagnies la facilité de pénétrer chez les abonnés pour procéder à l'entretien, leur donne un droit de contrôle.

M. le Président signale que le Comité permanent d'électricité, composé par moitié d'industriels et de fonctionnaires, paraît qualifié pour étudier la question et préciser la solution à lui donner après une enquête sur les cas usuels de fraude.

Après quelques observations de détail de MM. Voinarowski, Benoit, Giraud, Joannon, Monmerqué et Ourson, M. le Président met aux voix la proposition suivante, dont le texte est déposé par M. Ducreux :

*La première section du Congrès émet le vœu que le Comité permanent d'électricité recherche une solution pratique pour que les industriels trouvent dans la législation française un mode légal de constatation du vol de l'énergie électrique.*

Cette proposition est adoptée.

En ce qui concerne la question du transport à l'étranger de l'énergie électrique produite en France, la première section estime qu'un projet de loi sur le sujet ayant été déposé par M. le sénateur Chautemps, elle n'a pas à en délibérer.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

Cette séance a été consacrée à la lecture du rapport de M. Voisenat sur **Les traversées des routes et voies ferrées par les lignes électriques industrielles.**

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

M. le Président ouvre la discussion sur la note de M. Bougault sur le nouveau **Projet de loi relatif aux patentes des usines prenant en dehors d'elles la force motrice nécessaire à leur fonctionnement.**

M. Bougault fait l'analyse de sa note.

M. Weiss en appuie les conclusions.

M. Platon se déclare partisan du projet de loi du gouvernement.

M. le Président met aux voix la motion suivante, qui est adoptée à l'unanimité moins une voix :

*La 1re Section du Congrès, qui a étudié et discuté la proposition de loi de M. Cazeneuve, député, et de quatre-vingts de ses collègues, et le projet de loi déposé par M. le ministre des Finances, relatifs à la patente des usines prenant en dehors d'elles la force motrice ;*

*Considérant qu'il est de jurisprudence et de pratique courante que les matières qui se détruisent par l'usage ne rentrent pas en ligne de compte dans l'estimation de la valeur locative des usines, qu'il n'y a donc pas lieu de faire une distinction, à ce point de vue, entre le charbon et le courant électrique qui sont des éléments fongibles ;*

*Considérant que la force motrice produite par la vapeur n'a jamais été considérée comme un élément imposable indépendamment de la machine qui la produit, que cette force motrice prise en elle-même ne doit pas être davantage imposée lorsqu'elle est produite par tout autre élément fongible, tel que le courant électrique ;*

*Considérant qu'il doit en être ainsi, alors même que le courant a été produit à l'extérieur de l'usine, l'industriel qui le reçoit devant avoir un matériel important de réception et de transformation et souvent de secours sur lequel seul doit être assis le droit proportionnel, conformément au dernier paragraphe de l'article 12 de la loi du 15 juillet 1880 sur les patentes ;*

*Émet le vœu :*

*1° Que le Parlement adopte la proposition de loi de M. le député Cazeneuve, qui a le grand mérite de ne pas faire de distinction arbitraire, pour l'établissement du droit de patente, entre les éléments qui servent à produire la force motrice, quand ces éléments sont de nature à être consommés ou détruits par l'usage ;*

*2° Que la Commission parlementaire saisie des projets de loi déposés, sollicite sur cette question, qui soulève des difficultés techniques d'application, l'avis du ministre des Travaux public, des Postes et des Télégraphes, auprès duquel est constitué le Comité permanent d'Électricité.*

M. le Président ouvre la discussion sur les conclusions de M. Voisenat, sur les dispositions des traversées des routes, voies ferrées, lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux par les lignes électriques industrielles.

Après quelques observations de MM. Maurice Lévy, Voinarowski, Aubert, Bizet et Ourson, M. le Président met aux voix la motion suivante, qui est adoptée :

*1° La 1re Section du Congrès appelle l'attention des industriels sur l'intérêt qu'ils peuvent avoir, dans le calcul des installations, aux traversées des voies publiques et des voies ferrées par des canalisations aériennes électriques, à tenir compte des surcharges éventuelles, dues au givre, à la neige collante et au verglas ;*

*2° La même section est d'avis qu'il y a lieu d'interdire l'emploi de supports en bois non injecté pour la traversée des voies publiques et des voies ferrées par des canalisations électriques aériennes.*

M. Payen donne lecture de son rapport sur **Les conséquences de la nouvelle législation sur les autorisations et concessions antérieures.**

Digitized by Google

La 1re Section du Congrès donne acte à M. Payen de son rapport et le remercie de son intéressante communication.

*Séance du vendredi* 18 *septembre* 1908.

M. Bougault analyse son rapport sur **Les accidents causés aux tiers ou par les tiers, et les moyens de faire connaître au public et aux enfants le danger des lignes électriques.** Il étudie également les conséquences que peut avoir la rupture des isolateurs, supports, etc., au point de vue de la sécurité de tous.

La 1re Section adopte les conclusions de ce rapport et décide qu'elle feront l'objet d'un vœu à émettre conjointement avec les 3e et 8e sections.

---

## DEUXIÈME SECTION. — Construction et protection des réseaux électriques.

*Président* : M. Grosselin.
*Vice-Président* : MM. Semenza, Landry.
*Secrétaire* : M. Barris.

*Séance du mardi* 15 *septembre* 1908.

L'ordre du jour appelle la lecture et la discussion du rapport de M. de Marchena sur **Les câbles souterrains.**

En l'absence du rapporteur, M. le Président annonce qu'il va donner lecture du rapport; il passe la présidence à M. Landry, vice-président.

Après la lecture et les explications données au cours de cette lecture, la discussion est ouverte.

Un membre du Congrès fait notamment l'observation suivante : certaines expériences prouvent que la réduction de l'épaisseur du diélectrique extérieur (entre conducteurs et plomb) augmente d'une façon notable les courants de Foucault.

Après échange de vues, et comme conclusion de la discussion de ce jour, la section exprime les avis suivants :

1° Les essais d'isolement doivent être réduits à un simple contrôle de la régularité des chiffres d'isolement en cours de fabrication, sans préoccupation de la valeur absolue de ces chiffres.

2° Pour les essais de rigidité diélectrique, adopter, *à l'usine*, un chiffre égal au triple de la tension de service; et, *après pose*, un chiffre compris entre 2 fois et 2,5 fois la tension de service.

3° Il est important de s'assurer, dans les installations d'essais, que la tension réelle ne dépasse pas la tension maxima admise, par suite d'effets de résonnance ou d'autres causes.

4° Sur la question de savoir qu'elle est, dans l'état actuel de l'industrie des câbles, la tension maxima admissible en service normal, la section exprime l'avis que la question est plutôt du domaine expérimental et qu'on doit éviter de tirer, dès maintenant, des conclusions trop absolues de calculs basés sur la rigidité électrique.

*Séance du mercredi* 16 *septembre* 1908.

M. Delon appuie les conclusions adoptées la veille, d'après lesquelles il ne paraît pas possible de fixer par le calcul la tension maxima de régime.

M. Saroléa, sur la question des accessoires de pose fournis actuellement par les constructeurs, exprime le regret que la fixité des serre-fils de jonction ne soit pas mieux assurée; il en résulte des accidents pouvant laisser croire à des surtensions.

Communication de M. Broca, sur **Les dangers possibles des orages de grêle pour les lignes à haute tension avec retour par la terre.**

Des explications échangées à la suite de cette communication, il résulte que le phénomène observé au voisinage d'une ligne triphasée en exploitation — qui a motivé une communication de M. Violle à l'Académie des Sciences (1) et à propos de laquelle M. Broca a fait la présente étude — ne peut se rattacher aux théories développées par M. Broca.

Il semble impossible que de tels phénomènes puissent être provoqués par des lignes triphasées et en général par des lignes n'ayant pas la terre comme conducteur de retour.

Il paraît même impossible de contrôler les théories de M. Broca par l'expérience déjà faite sur la ligne à 20 000 volts de Saint-Maurice à Lausanne, avec retour par la terre.

Rapport de M. Grosselin sur **La protection des réseaux contre les surtensions.**

Il résulte de la discussion approfondie qui suit la lecture du rapport que l'étude expérimentale de la question est encore à faire, mais, qu'au point de vue pratique, la protection des appareils et des lignes souterraines paraît suffisamment assurée par l'emploi des divers protecteurs et les coefficients de sécurité adoptés par les isolants.

*Séance du jeudi* 17 *septembre* 1908.

1° La parole est à M. Courtois pour une communication sur le **Réglage des déchargeurs.**

2° M. André fait une communication sur un **Limiteur de courant pour installations à forfait** (2).

3° M. Nègre fait une communication sur l'**Influence des effluves sur les isolateurs.**

4° M. Montpellier développe ensuite diverses considérations sur **L'électrolyse provoquée par les réseaux de distribution**; il propose à la section d'émettre le vœu suivant :

« *Considérant que les phénomènes d'électrolyse constatés dans le voisinage des réseaux de distribution d'énergie électrique et des voies de tramways, sont des plus complexes;*

« *Que, d'autre part, les solutions indiquées pour éviter ces effets d'électrolyse sont très différentes les unes des autres, ce qui se conçoit facilement, les conditions d'établissement des lignes souterraines et la nature des terrains traversés n'étant pas les mêmes;*

« *Le Congrès émet le vœu que le Comité d'Électricité adresse à toutes les stations génératrices un questionnaire relatif :*

« 1° *Au mode d'établissement de leurs canalisations;*

« 2° *Aux dispositifs qu'elles emploient pour éviter les phénomènes d'électrolyse :*

« 3° *Aux phénomènes d'électrolyse qu'elles ont constatés.* »

Le vœu est adopté à l'unanimité.

5° La parole est à M. Dusaugey pour la lecture de son rapport sur **Les conducteurs aériens.**

Après discussion, la Section adopte les conclusions suivantes :

L'aluminium paraît présenter plus d'avantages que d'inconvénients, en comparaison avec le cuivre, comme conducteur dans les lignes aériennes; il semble qu'il y aurait intérêt à développer son emploi.

Toutefois, de nouvelles expériences concernant sa résistance mécanique, notamment à la torsion et au pliage; le mode de fixation aux isolateurs et de jonction pour les branchements sont encore nécessaires pour confirmer les premiers résultats acquis, lesquels sont favorables.

La Section émet le vœu qu'on élabore un projet de cahier des charges déterminant les conditions d'emploi de l'aluminium.

---

(1) Voy. p. 452.
(2) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 400 du 25 août 1908, p. 379.



Digitized by Google

6° M. Le Roy donne lecture de son rapport sur **Les divers types de supports pour l'installation des lignes aériennes.**

*Séance du vendredi 18 septembre 1908.*

1° Après la lecture du procès-verbal, un membre de la section demande qu'il soit fait mention à ce procès-verbal, par voie de rectification, d'une remarque faite hier par un membre du Congrès, au sujet du rapport de M. Dusaugey.

La section adopte la rectification suivante :

L'emploi de l'aluminium sur les lignes semble moins avantageux que celui du cuivre, au point de vue financier, car le métal semble perdre toute valeur marchande en cas de démolition de la ligne.

2° M. Gourjon fait une communication sur **Les applications du ciment armé.**

3° Le président donne lecture d'une note de M. Buisset sur un **Poteau mixte.**

4° L'ordre du jour appelle la lecture du rapport de M. Semenza sur **Les isolateurs.**

De la discussion il paraît résulter que :

*a*. Les isolateurs en verre ont récemment subi dans la fabrication des modifications dont l'expérience a montré la nécessité; il y a lieu d'attendre, pour se prononcer sur la valeur des nouveaux types, les résultats d'exploitation un peu prolongée.

*b*. Conformément aux conclusions de M. Semenza, il paraît recommandable d'employer des isolateurs lisses dans les installations intérieures et d'adopter, pour les isolateurs extérieurs, des profils donnant une répartition à peu près égale des masses de porcelaine sur le trajet extérieur du fil à la ferrure.

Sur ce point, M. Le Roy fait l'intéressante observation suivante, appuyée par M. Semenza : Les principaux inconvénients des exploitations aériennes proviennent de la superposition au courant d'exploitation de courants à haute fréquence.

M. Le Roy indique qu'il croit que l'étincelle provenant de la haute fréquence amorce l'arc énergétique. En conséquence, il semble intéressant de soumettre les isolateurs intérieurs ou extérieurs à des essais à haute fréquence; ces essais conduiront peut-être à des modifications des formes actuelles.

5° L'ordre du jour appelle la discussion des rapports et communications de MM. Le Roy, Gourjon et Buisset.

Les conclusions des rapporteurs sont adoptées.

6° M. Blondin présente une communication de M. Blondel sur un **Procédé pratique pour le calcul des lignes de transport d'énergie à courants alternatifs.**

M. Barrus communique des abaques pour le calcul électrique des conducteurs aériens.

---

## TROISIÈME SECTION. — Exploitation technique et commerciale.

*Président* : M. Boissonnas.

*Vice-Président* : M. C. O. Mailloux.

*Secrétaire* : M. Lepine.

*Séance du mardi 15 septembre 1908.*

Il est donné lecture du rapport de M. George sur **La tarification de l'énergie électrique.**

Cette lecture amène une discussion animée à laquelle prennent part MM. Loucheur, Mailloux, Bloch, Vaudrey et Vedovelli, discussion au cours de laquelle il est traité des rapports de l'actionnaire et de l'exploitant.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

La séance est ouverte à 9 heures, sous la présidence de M. Boissonnas.

Il propose la nomination de M. Brunswick, ingénieur en chef de la maison Breguet, comme deuxième vice-président.

M. X., professeur à Birmingham, présente une communication complémentaire aux observations de M. Mailloux sur une formule donnant le mérite financier d'une entreprise industrielle électrique.

M. Boissonnas présente ensuite son rapport sur la **Comparaison des différents modes de transport d'énergie électrique.**

M. Lépine donne lecture de son rapport et émet le vœu qu'il faut instruire les populations sur le respect qu'elles doivent avoir pour les lignes de transport d'énergie.

La parole est ensuite donnée à M. Doucerain pour l'exposition de son rapport sur **Les diverses assurances applicables aux réseaux électriques.**

M. Mailloux rappelle qu'en Amérique la prime d'assurance payée dépend du genre de l'installation, soit sous moulures, soit sous tubes métalliques.

M. Archambault de Vençay en conclut la nécessité de faire l'éducation des Compagnies d'assurances françaises.

M. Mailloux révèle l'existence en Amérique d'un comité permanent (National Board of Fixe Underwriters) ayant un sous-comité qui s'occupe des réglementations. Pour qu'une installation soit assurée en Amérique, il faut qu'elle ait un certificat signé des représentants de cette association; la prime est fixée d'après la qualité de l'installation relevée.

M. Perego expose que, en Italie, il y a une surprime de 10 pour 100, sauf si chaque année l'isolement est trouvé supérieur à une certaine valeur.

Le même système est appliqué en Allemagne.

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

La séance est ouverte à 9 heures 15, sous la présidence de M. Mailloux, vice-président, assisté de M. Brunswick.

En l'absence de M. Lépine, M. Bock est désigné comme secrétaire-adjoint.

A la suite d'une observation présentée par M. Grunberg sur le rapport de M. Doucerain, une sous-commission est nommée pour étudier la rédaction d'un vœu tendant à obtenir des Compagnies d'assurances une tarification variable conformément à ce qui existe déjà dans certains pays (Angleterre, Allemagne, Amérique...).

Cette sous-commission est composée de MM. Grunberg, Thil, Heilmann, La Casta, Gayrra, Mario Sica, Kammerer et Bock.

M. Dumont présente alors une communication faisant suite au rapport de M. Boissonnas au sujet des **Résultats obtenus dans le transport d'énergie continu-série Moutiers-Lyon** où se trouvent 9 kilomètres de câbles souterrains.

M. Battelli présente une communication sur un nouveau type d'accumulateur à plaques perforées.

La lecture du rapport de M. G. Roux sur l'**Exécution des installations électriques à l'intérieur des bâtiments** donne lieu à un échange de vues dont la conclusion est :

« *Étant donné qu'il existe une commission électrotechnique internationale, ayant son siège à Londres et ayant pour but d'unifier les questions réglementaires pouvant s'appliquer à tous les pays, la section est d'avis que le vœu de M. Roux soit transmis à cette commission.*

« Le Congrès international des Applications de l'électricité réuni à Marseille, reconnaissant l'intérêt de l'établissement d'un règlement général concernant les installations à l'intérieur des immeubles, donne mission à son Bureau de faire agréer par la Commission parisienne actuellement chargée de

Digitized by Google

l'élaboration de ce règlement, une délégation qui aura qualité de représenter le Congrès et qui devra poursuivre la revision et la généralisation de ce règlement jusqu'à la réunion d'un prochain Congrès; elle se réunira à cet effet aussi souvent qu'elle le jugera utile. »

M. Perego fait un rapport sur un **Moyen d'adaptation des fils haute tension d'une ligne à l'usage du téléphone**.

Ce système peut présenter un intérêt en raison du mauvais vouloir des propriétaires des terrains traversés.

M. Barassi donne connaissance du programme de concours international proposé par l'Association des industriels italiens.

M. Vaudrey donne lecture d'une communication traitant des avantages que peuvent tirer les municipalités des nombreuses applications de l'électricité (en dehors de l'éclairage et de l'énergie).

Après la séance, la sous-commission s'est réunie et a arrêté le texte suivant :

« *La troisième section du Congrès émet le vœu que les Compagnies d'assurances adoptent, universellement, une tarification de primes variable suivant la nature et les qualités des installations électriques, ainsi qu'il est déjà pratiqué dans certains pays.* »

*Séance du vendredi* 18 *septembre* 1908.

A la suite du rapport de M. Boissonnas, M. Védovelli donne connaissance des chiffres résultant de l'enquête à laquelle il s'est livré auprès des fabricants de câbles, pour savoir si un même câble résiste mieux au courant continu qu'au courant alternatif. De l'écart des chiffres connus résulte que cette question n'est pas encore résolue d'une façon certaine.

La parole est ensuite donnée à M. Barbillion pour présenter son étude sur **Le retour par la terre des courants industriels** et le résumé du rapport de M. Brylinski.

Sur une remarque de M. Mailloux, M. Barbillion complète sa communication en faisant remarquer que la tension de la ligne n'intervient pas, ces phénomènes étant surtout fonction de l'intensité.

A ce propos, M. Védovelli donne connaissance d'un moyen de contrôle de la valeur d'une prise de terre.

L'ordre du jour appelle ensuite le rapport de M. Nissou sur **L'emploi des accumulateurs dans les distributions d'énergie électrique.**

M. Gaillard signale à ce propos l'application des batteries chez certains consommateurs s'alimentant à des usines vendant l'énergie à des prix différents suivant l'heure de la journée. Il y a là un avantage économique et aussi une sécurité que ne donne pas toujours le courant alternatif.

M. Mailloux indique l'emploi en Amérique de batteries d'accumulateurs pour maintenir très constante l'excitation des alternateurs. Il montre, en outre, une nouvelle application permettant de supprimer les survolteurs soit pour les redresseurs, soit pour les commutatrices.

On passe ensuite au vote du vœu adopté hier par la sous-commission concernant les Compagnies d'assurances d'incendies.

Quant aux conclusions du rapport de M. Roux, M. Mailloux donne lecture d'une communication de M. Le Maistre, secrétaire actif de la commission internationale électro-technique, disant que cette commission compte s'occuper de questions analogues et qu'il se fera un devoir de présenter celles-ci à la prochaine réunion de la commission qui aura lieu à Londres au mois d'octobre prochain.

Cette commission s'est déjà occupée de la question, ainsi qu'il indique par une citation qui sera insérée au rapport définitif.

M. Arquembourg, après diverses observations de la part des assistants, présente un nouveau texte, lequel rallie tous les suffrages :

« Étant donné qu'il existe une commission électro-technique internationale, ayant son siège à Londres, ayant pour but d'unifier les questions réglementaires pouvant s'appliquer à tous les pays, la troisième section reconnaissant l'intérêt de l'unification proposée par M. G. Roux à la suite de son rapport et étant donné le caractère international du Congrès, estime que cette unification pourra être réalisée dans les meilleures conditions par la dite commission ».

M. Kammerer présente alors son rapport sur **Les services de contrôle des installations électriques industrielles.**

A la suite d'une discussion entre MM. Kammerer, Gaillard et Vaudrey au sujet des accidents et des dispositions à prendre, M. Gaillard propose que la 3e section appuie le vœu de la 8e, demandant qu'il soit donné dans les écoles d'électricité un enseignement théorique et pratique concernant les mesures à prendre en cas de personnes foudroyées.

Ce vœu rallie tous les suffrages.

---

## QUATRIÈME SECTION. — Éclairage et applications domestiques.

*Président* : M. Fabry.
*Vice-Président* : M. Laporte.
*Secrétaire* : M. Goisot.

*Séance du mardi* 15 *septembre* 1908.

M. Laporte résume son rapport sur **Les spécifications et la photométrie des lampes électriques.** Les spécifications des lampes à arc, assez complexes, ne semblent pas encore au point; celles des lampes à incandescence existent dans différents pays, mais sont très diverses; elles paraissent cependant suffire, dans tous les cas, aux conditions actuelles de l'industrie des lampes à filaments de carbone. Les lampes à filaments métalliques sont de trop récent emploi pour être bien définies.

Sur une demande de M. Weissmann, M. Laporte indique que les valeurs des différents étalons fixées dans la réunion de Zurich vont être publiées par les soins de la Société technique du gaz en France.

M. Weissmann signale des anomalies très curieuses qu'il a observées avec certains opérateurs. L'un d'eux présente une différence systématique de 5 pour 100 en plus dans la comparaison des lampes à incandescence, une autre une différence de 9 à 10 pour 100 en moins.

M. Laporte répond que lors d'essais effectués au Laboratoire central d'Électricité, en collaboration avec M. Broca, il a constaté, en opérant avec des photomètres très différents, des écarts systématiques entre les opérateurs pour des sources de colorations différentes; mais qu'avec des teintes voisines, aucune différence véritable n'a jamais été mise en évidence.

M. le Président ne s'explique pas les écarts signalés par M. Weissmann, qu'aucune raison physiologique ne permet de justifier.

M. le Président fait observer qu'il serait très désirable qu'il y ait accord sur la valeur de l'étalon lumineux, le mot bougie ayant différentes acceptions suivant les pays.

M. Laporte constate qu'il n'y a, au point de vue industriel, que deux valeurs différentes : la bougie Hefner, d'une part, et, d'autre part, la bougie anglaise-américaine ou décimale.

M. le Président craint que la mesure du flux lumineux n'éprouve une difficulté à se répandre dans la pratique, où l'on connaît peu le lumen. L'intensité moyenne sphérique obtenue en divisant par $4\pi$ le flux lumineux et exprimée en bougies, semble plus facile à généraliser comme emploi.

Digitized by Google

M. Laporte propose l'emploi du lumen pour définir photométriquement l'arc en lui-même (charbon et régime électrique), l'intensité moyenne hémisphérique exprimée en bougies devant servir pour caractériser photométriquement la lampe à arc dans les conditions de son emploi industriel (avec réflecteur et globe).

M. Camichel, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, résume les recherches qu'il a effectuées sur un nouvel étalon photométrique, utilisant le méthyl-cyclohexane, corps qu'on peut préparer très pur en grande quantité par la méthode d'hydrogénation de M. Paul Sabatier, et qui brûle avec une flamme blanche. Cet étalon, d'emploi très commode, rendrait de grands services dans les déterminations photométriques.

Sur une observation de M. le Président, relative aux mesures industrielles, M. Laporte exprime sa conviction que, de plus en plus, les recherches sur les lampes étalons se concentreront dans des laboratoires spéciaux et que les mesures industrielles seront faites au moyen de lampes étalonnées dans ces laboratoires.

M. le Président constate, en effet, que la définition de la bougie décimale est, en quelque sorte, une définition d'appareil et que l'on pourrait très bien établir et conserver des étalons lumineux, comme il a été fait pour le mètre.

M. le Président fait ressortir, d'autre part, la nécessité d'une étude nouvelle sur l'étalon lumineux absolu. Les expériences de M. Violle datent, en effet, de 1884 et n'ont pas été reprises depuis cette époque,

M. Laporte rappelle que la Commission internationale de Photométrie a émis le vœu de voir reprendre dans les différents pays des expériences sur la constance de la température de solidification du platine, et que, très certainement, ces expériences sont actuellement en cours ou en préparation.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

Pas de séance.

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

M. Goisot résume son rapport sur **Le chauffage électrique.**

M. Hergott donne quelques renseignements complémentaires sur la fabrication des tissus souples chauffés électriquement. Il distingue les tissus formés par la fixation d'un conducteur sur une étoffe et les tissus formés par une chaîne isolante et une trame conductrice. Ces derniers sont séparés en tissus peu souples à chaîne d'amiante, réservés à l'obtention des hautes températures, et en tissus très souples caractérisés par des fils électrothermiques de mêmes textiles que le tissu, formés par une spirale conductrice inoxydable guipée sur textile.

Ces tissus dits thermophiles peuvent être fabriqués en pièces et débités ensuite, ne se distinguant pour ainsi dire pas des étoffes similaires non chauffantes. Les lisières renferment chacune un pôle collecteur du courant.

M. Goisot craint que l'humidité du tissu, que le chauffage fait, d'ailleurs, disparaître, ne provoque par électrolyse une oxydation des fils qui pourrait à la longue produire une rupture du circuit.

M. Dolter conseille l'emploi de fils isolés par un vernis souple obtenu avec des brais de stéarinerie.

M. Fabry craint que l'appréciation de M. Goisot sur les fours de laboratoire à haute température ne soit trop pessimiste. Il a obtenu de très bons résultats et pense que les fours de ce genre peuvent rendre de grands services dans les mains d'un opérateur capable de régler et de réparer l'appareil, ce qui est le cas dans un laboratoire de recherches, où il n'est d'ailleurs pas indispensable que les appareils aient une durée considérable.

M. Fabry rappelle que diverses Sociétés de la région de Marseille se sont préoccupées des fours de boulangerie.

M. Dolter signale que des essais ont été faits à Lyon pendant près de trois ans; il insiste sur l'avantage que les transformateurs à basse tension auraient d'après lui. Il décrit un four à creuset chauffé par induction, en indiquant comme mode de réglage le déplacement d'un contact sur les spires primaires.

M. Fabry pense qu'il serait préférable, au point de vue du rendement, de séparer le primaire en plusieurs circuits indépendants, dont le groupement permettrait le réglage.

*Séance du vendredi 18 septembre 1908.*

Le rapport de M. Blondel sur **Les progrès des lampes à arc électriques** est résumé par M. Laporte.

M. Cotté fait observer que si les arcs flammes présentent d'un côté une augmentation lumineuse sur l'arc ordinaire, ils ont, par contre, des inconvénients au sujet :

1° De la non-fixité de la lumière;

2° Du réallumage qui ne se fait pas toujours.

S'étendant sur ce point, M. Cotté fait remarquer que des arcs en série peuvent même s'éteindre en pleine marche, du fait de l'accumulation de sels non conducteurs, et non volatilisés par l'arc; ces sels en se refroidissant forment un isolant parfait entre les pointes des deux charbons et le réallumage devient impossible.

Le même inconvénient se présente chez l'abonné qui n'utilise pas en une seule fois les dix heures d'éclairage permis par la longueur des charbons : à l'extinction il se forme encore la perle non conductrice et le réallumage devient impossible.

C'est un inconvénient grave, qui empêche le développement de ce système d'éclairage; toutefois il est certain qu'il n'y a là qu'une mise au point non insurmontable, mais que les exploitants désireraient voir résoudre le plus rapidement possible.

M. Thouvenot indique que la formation de ces scories dépend du degré de minéralisation. Avec les charbons courants de 15 à 20 pour 100, le réallumage peut être empêché par la présence de ces scories. On a évité la production de ces scories dans la lampe Excello, grâce à une minéralisation faible et à l'emploi de charbons de faible diamètre. Le dégagement de fumée est moindre, ainsi que la production d'acide fluorhydrique qui dépolit ordinairement les globes.

M. Fabry fait observer qu'en diminuant ainsi la minéralisation, on diminue aussi le rendement. Les conditions de bon fonctionnement et de bon rendement sont en opposition.

Sur une observation de M. Cotté, M. Thouvenot indique que les fils de cuivre que l'on peut loger dans les charbons ne jouent aucun rôle dans la minéralisation. Ils servent simplement à diminuer la résistance.

M. Hinstin dit que la Société Auer a renoncé à l'emploi de ces fils métalliques améliorant la conductibilité du charbon employé.

M. Cotté fait remarquer que les fils métalliques évitent le collage des charbons.

M. Fabry insiste sur ce que ce sont les petits défauts de détail qui nuisent à l'arc électrique et font parfois renoncer à son utilisation.

M. Cotté signale à ce propos l'emploi d'une double paire de charbons pour empêcher l'arrêt de l'éclairage en cours d'un service prolongé (chemin de fer, port, etc.).

M. Hinstin dit que l'adaptation de cette seconde paire de charbon peut être faite sur les lampes existantes.

M. Thouvenot regrette que les conditions de comparaison des intensités lumineuses des arcs ne soient pas rigoureuse-

Digitized by Google

ment définies. Il est à souhaiter de se mettre d'accord à ce point de vue comme il est, d'ailleurs, déjà fait en Allemagne.

M. Fabry dit qu'il serait rationnel de faire les mesures non sur les charbons seuls, mais sur la lampe complète dans les conditions de service.

L'arc au titane serait sans doute très intéressant et son étude est à suivre en raison de l'intensité lumineuse si considérable qu'il donne.

L'arc entre ondes serait particulièrement intéressant pour les recherches physiques à cause de son éclat intrinsèque.

M. Fabry trouve que M. Blondel n'a pas insisté assez sur la différence de composition de la lumière de l'arc au mercure et de celle de la vapeur de mercure. Au spectre discontinu de la lampe à vapeur de mercure vient s'ajouter, en raison de la haute température, un spectre continu qui améliore notablement l'aspect de la lumière.

Le rapport de M. Blondel sur **Les progrès de l'incandescence électrique** est résumé par M. Laporte.

M. Bizet signale que les stations centrales ont déjà pu se rendre compte de l'influence des nouvelles lampes sur la consommation des clients et il constate que les recettes n'ont pas diminué.

M. Fabry croit, contrairement à M. Blondel, que l'on proposera des nouvelles lampes pour augmenter la puissance lumineuse et non pour réduire la dépense. Le bec Auer nous a habitué à de plus grandes intensités lumineuses, l'échelle des éclairements est en somme changée.

M. Weissmann estime que l'avenir est à la multiplication des foyers par l'emploi de lampes de faible intensité, ce qui a l'avantage de disséminer la lumière et d'éviter l'éblouissement si fatigant pour l'œil et qui est occasionné par les foyers intenses.

M. Laporte dit que cet éblouissement dépend de l'éclat de la source; il vaudrait donc mieux, au lieu de réduire la puissance unitaire des foyers, disposer ceux-ci de telle sorte qu'ils ne puissent frapper directement l'œil.

M. Weissmann signale l'économie qui résulte de l'emploi des lampes à basse tension, dont le filament est plus gros, plus solide, et peut être poussé davantage sans inconvénient.

Il conteste la valeur de 10 à 15 pour 100 d'augmentation d'énergie indiquée par M. Blondel comme résultant de l'emploi des économiseurs. Ceux-ci sont, en effet, constitués par des transformateurs travaillant à pleine charge.

M. Fabry n'est pas de l'avis de M. Blondel sur la cause des différences physiologiques que présentent les nouvelles lampes à incandescence; l'ultra-violet n'existe pas dans les lampes à incandescence.

M. Hinstin fait une communication sur **Les lampes à arc** relativement à la lampe à arc en vase clos. Il signale, en particulier, l'intérêt des nouvelles lampes à fermeture complètement hermétique, haut rendement lumineux, durée prolongée des charbons.

M. Vautier fait une communication sur **Les travaux de la Commission internationale de Photométrie**, où l'on a pu fixer, avec une précision très satisfaisante, les rapports entre les divers étalons. Il rappelle la part très active que M. Laporte a prise à ces mesures si délicates.

---

## CINQUIÈME SECTION. — Applications à l'industrie, aux mines, à la traction et à l'agriculture.

*Président* : M. Boucherot.
*Vice-Président* : Docteur Tissot, M. Legouez.
*Secrétaire* : M. Routin.

*Séance du mardi 15 septembre 1908.*

M. Brunswick, ingénieur en chef de la maison Breguet, donne lecture de son rapport sur **L'équipement électrique des mines.**

M. Brunswick indique l'esprit dans lequel il a conçu son rapport.

Laissant de côté l'étude détaillée des stations centrales, sauf indication des grandes lignes vers lesquelles cette étude s'oriente (usage des turbines et des moteurs à gaz), le rapporteur établit une classification des divers genres d'appareils :

*Installations du jour. — Pompes. — Ventilateurs. — Moteurs au fond. — Traction au fond. — Éclairage au fond. — Extraction.*

Au fur et à mesure de l'examen de chacun de ces points, M. Brunswick signale seulement les points particuliers sur lesquels l'attention du constructeur ou de l'exploitant doit se porter.

Passant rapidement sur les six premières catégories, il entre dans l'analyse sommaire du rapport, dont le volume ne permet pas la lecture, et particulièrement la question si importante de l'extraction électrique.

L'examen des divers systèmes en présence porte sur le principe des divers moyens de commandes, sur la comparaison des rendements d'exploitation et du coût de premier établissement.

En cours, le rapport établit les avantages comparatifs du courant continu et du courant polyphasé.

Une vive discussion suit, après laquelle M. Janin donne lecture de son rapport sur **l'Application de la traction aux chemins de fer.**

M. Leprince-Ringuet, ingénieur au corps des mines, fait observer que l'application du principe de Davy, aux moteurs des appareils placés dans les milieux grisouteux, est une invention d'origine française qui a été signalée à l'époque dans les publications techniques et que l'administration supérieure ne s'est jamais désintéressée des applications générales de l'électricité dans les mines, témoin les expériences en cours ou projetées dans la galerie d'essais des mines de Liévin.

M. Leprince-Ringuet met en question la perfection des aptitudes des moteurs électriques triphasés appliqués directement à l'extraction.

M. Brunswick répond aux objections de l'interpellateur.

M. Dumoulin, ingénieur en chef du Service électrique aux mines d'Anzin, communique un certain nombre d'observations fort intéressantes sur les points suivants :

1° L'emploi des turbines à vapeur d'échappement dans les sièges d'extraction;

2° Supériorité des courants triphasés et adaptation particulièrement avantageuse de la basse fréquence (fréquence 25), surtout pour les commandes directes d'appareils à faible vitesse de rotation;

3° Importance secondaire au point de vue consommation de vapeur dans la substitution de l'électricité à la vapeur dans l'extraction, vu l'équivalence pratique des deux systèmes, mais intérêt prépondérant de l'électricité au point de vue de la conduite et de l'adaptation des appareils de sécurité.

M. Aubert, ingénieur en chef du service électrique de la Société Commentry-Fourchambault-Decazeville, soutient les avantages du courant continu en raison de la souplesse qu'en présente l'application et conteste, en s'appuyant sur des résultats d'exploitation prolongée, l'importance du chapitre « entretien ». La même expérience l'incite à estimer que les sujétions des appareils triphasés et leur entretien conduisent à une exploitation plus onéreuse.

M. Aubert pose également la question de l'adaptation des moteurs triphasés à la commande de certains appareils spéciaux aux mines, tels que les compresseurs, par exemple. Quant à l'extraction, M. Aubert indique que le choix du mode d'extraction doit être envisagé au triple point de vue de la dépense de vapeur, de la docilité et de la sécurité.

Digitized by Google

M. Dumoulin, après une réplique du rapporteur, appuie ses affirmations en faveur des courants triphasés et signale une solution, basée sur une modification du diagramme d'admission, permettant la marche à vitesse constante des compresseurs et, par conséquent, la possibilité d'emploi des moteurs triphasés.

M. Leprince-Ringuet signale à ce propos l'intérêt des turbo-compresseurs à commande électrique.

M. Koch, directeur de la Société française A. E. G., présente diverses observations sur les points traités par les orateurs précédents.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

M. Sauvage présente son rapport sur l'**Application des unités multiples à la traction électrique.**

M. Sauvage explique comment les unités multiples présentent des avantages considérables sur les locomotives ou les unités doubles pour les applications de la traction électrique sur les lignes métropolitaines et de banlieue. Il insiste sur la supériorité des systèmes à automaticité individuelle, dont l'emploi se généralise de plus en plus. M. Sauvage termine par l'application des unités multiples à la traction par courant alternatif simple, en concluant par une préférence pour le réglage de la tension par régulateur d'induction.

M. Janin indique qu'on peut avec l'exploitation électrique transporter 20 000 personnes à l'heure.

M. de Traz résume son rapport sur l'**Étude du fonctionnement des moteurs de traction à courant continu.**

Le principe des méthodes qu'il expose consiste à établir, une fois pour toutes, la courbe des variations, en fonction de la vitesse du train, de l'intensité qu'il demande et de l'accélération qu'il prend en palier. Cette dernière courbe donnera les accélérations hors des paliers par simple déplacement d'échelle.

Ayant cette base, il est facile d'écrire complètement la marche d'un train dans un intervalle de stations donné, ainsi que sa consommation, et M. de Traz signale plusieurs applications de ces méthodes, notamment pour la détermination de la conduite économique ou pour les projets de traction.

M. Sekutowicz demande à M. de Traz si, dans son étude, il a tenu compte de la marche sans courant.

M. de Traz répond que, dans l'exploitation d'un métropolitain, il n'y a, pratiquement, jamais de période à vitesse constante.

M. Legouez demande si l'accélération de 50 cm est une limite supérieure.

M. Mazen dit quelques mots sur la question de l'adhérence et des accélérations qui, pour des raisons économiques, ne peuvent dépasser certains chiffres.

M. Sekutowicz fait observer que c'est la dérivée de l'accélération qui a, pour les voyageurs, une influence sur le confort.

M. de Traz répond qu'il est de l'avis de M. Sekutowicz et qu'il n'y a pas lieu de limiter les accélérations mais d'apporter des perfectionnements, par exemple, par le démarrage automatique à la bonne succession des variations d'efforts au début de la marche. M. de Traz cite également la fabrication de gros fils de trolley rainurés par la Compagnie française des métaux.

M. Routin résume son rapport sur **Les régulateurs automatiques et les servo-moteurs électriques.**

Il examine, en particulier, le cas d'un groupe électrogène muni d'un régulateur automatique de vitesse et d'un régulateur de tension indépendants; il montre que la stabilité de l'équilibre qui doit exister à l'état de régime entre le couple moteur et le couple résistant peut alors être compromise.

Dans toutes les applications du réglage indirect, l'organe chargé d'effectuer la correction a toujours été manœuvré avec une vitesse constante; par contre, lorsque le réglage est effectué à la main, l'homme, régulateur intelligent, agit toujours avec une vitesse proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger.

Il est possible de réaliser des régulateurs automatiques donnant une vitesse de manœuvre variable. M. Routin indique les résultats auxquels on est conduit par le calcul dans les deux cas particuliers ci-après : vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger et vitesse de manœuvre proportionnelle à l'accélération du groupe.

M. Routin termine en signalant l'intérêt du réglage central que l'emploi d'un servo-moteur électrique permet de généraliser au cas de plusieurs usines alimentant un même réseau.

M. Marcel Brull présente un dispositif de démarrage automatique pour les moteurs électriques de tous genres. Il en expose le principe basé sur l'utilisation de conducteurs de seconde classe placés aux bornes des résistances de démarrage; ces éléments en s'échauffant mettent automatiquement en court-circuit la résistance de démarrage. Il indique l'application particulière de ces résistances aux moteurs d'induction dans lesquels il permet la suppression des bagues et organes de démarrage.

Il termine par la description d'un appareil de démarrage basé sur ce principe et l'indication de ses conditions de fonctionnement.

M. Tissot fait une réserve concernant ce qu'a dit M. Mazen. Il indique qu'il y a intérêt pour la traction sur grandes lignes à employer un tracteur unique.

M. Mazen réplique que ses conclusions ne s'appliquent qu'aux trains de banlieue.

M. Boucherot met en lumière l'influence du retard de la distribution sur les oscillations dues aux régulateurs et indique qu'à cet égard le problème est totalement différent, selon qu'il s'agit de groupes électriques isolés ou couplés.

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

La séance est ouverte à 9 heures sous la présidence de M. Boucherot.

La parole est donnée à M. Korda pour une communication sur une **Transformatrice Heyland-Korda.** Cet appareil est un convertisseur « unipolaire » exposé au stand de la Société Alsacienne, et qui sert à transformer une puissance de 150 kilowatts courant alternatif diphasé à haute tension (6000 volts) à 50 périodes en courant continu à 120 volts, à 1500 tours par minute (4 pôles).

M. Korda montre que ces machines peuvent être du type asynchrone ou synchrone. Le rotor est, dans les deux cas, constitué comme celui des moteurs à « cage d'écureuil ». Il y a autant de cages « emboîtées » l'une dans l'autre que de spires « unipolaires » que l'on désire mettre en série par les conducteurs placés dans les encoches du stator. De chaque côté de la machine est placée une bobine coaxiale pour l'excitation à courant continu. Leur flux passe par la section des bagues, contre lesquelles sont placés les frotteurs à courant continu.

M. Gratzmuller présente une communication sur **Les moteurs de traction à courant alternatif simple.**

M. Gratzmuller examine les schémas fondamentaux des différents moteurs de traction à collecteur.

Pour cela, il établit quelques principes nécessaires à la bonne commutation et suppose qu'à force électromotrice nulle dans la spire en commutation, la commutation sera suffisante. A cet effet, il faut créer dans la région des barres de la spire en commutation un champ de phase convenable pour combattre la force électromotrice statique induite par le champ dont l'axe est perpendiculaire au plan de la section commutée.

Ce champ de commutation pourra être fourni soit en em-

Digitized by Google

pruntant la puissance magnétisante nécessaire, au réseau, soit en le créant par le rotor lui-même.

Ceci conduit à neuf schémas principaux qui se ramènent soit au moteur série, soit au moteur répulsion perfectionné.

M. Marius Latour demande la parole au sujet de la communication de M. Gratzmuller.

M. Gratzmuller, dit M. Latour, a signalé un dispositif très ingénieux pour diminuer la tension entre deux lames consécutives du collecteur. On peut remarquer qu'il est possible d'obtenir le même résultat avec un enroulement imbriqué double et en couvrant deux lames, ce qui est généralement le cas. Enfin, dans les machines multipolaires, on obtient le même résultat, grâce à un commutateur spécial, ainsi que l'indique M. Brunswick; ce procédé a été autrefois appliqué par M. Desroziers.

Dans une machine à quatre pôles ayant un enroulement imbriqué donnant lieu à un nombre impair de lames, on dispose d'autant de lames mortes que de lames vives et on joint les lames à 180° par un connecteur spécial. Une lame vive est ainsi toujours connectée à une lame morte et la tension entre lames se trouve ainsi divisée.

Quant au nombre de moteurs dans la pratique, il n'est pas nécessaire d'en signaler un nombre aussi grand que M. Gratzmuller, bien que, au point de vue didactique, ce grand nombre puisse peut-être se justifier.

M. Tissot résume son important rapport sur la **Comparaison des différents systèmes de traction.**

MM. de Traz et Latour font quelques observations : le premier, sur l'utilité d'ajouter un terme en $v$ à la formule de M. Fanche et même un terme en $v^2$ dans les tunnels; le deuxième, sur la récupération avec le moteur à courant alternatif simple. (Le moteur à répulsion compensé peut être simplement monté en shunt et le moteur série avec une excitation séparée).

M. Swyngedauw fait une communication sur **Divers aspects économiques des transports d'énergie.**

M. Swyngedauw montre que l'on peut envisager la question sous trois aspects : de réduire au minimum la dépense; de rendre maximum le bénéfice ou de rendre maximum le taux d'intérêt.

La section la plus économique, la plus profitable ou la plus productive est la même dans le cas où la puissance utile est donnée; ces sections diffèrent dans le cas où la puissance génératrice est donnée et entièrement utilisable (cas de chute d'eau).

La question n'a pas de sens précis dans le cas d'usines à puissance variable.

*Séance du vendredi 18 septembre 1908.*

La parole est donnée à M. Legouez qui présente un résumé de son rapport sur **La traction électrique sur les canaux.**

Après avoir rappelé que les appareils essayés pour la traction sur les canaux sont principalement les locomotives sur rails et les tracteurs monorails, et que seules les locomotives ont donné lieu à d'importantes applications pratiques, il appelle l'attention sur la définition de la puissance des moteurs, sur les conditions spéciales du démarrage et sur l'emploi du courant alternatif simple.

M. du Bousquet, empêché, a adressé une note dont lecture est donnée M. Gratzmuller.

M. Boucherot fait ensuite une communication sur une **Nouvelle classe de machines électriques à créer.** Le titre de cette communication est vraiment trop modeste puisqu'on peut déjà voir en fonction, dans le Palais de l'énergie, deux de ces nouvelles et intéressantes machines : le Caposcilla et le Motoscilla que nous avons signalées ici même (1).

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 401 du 10 septembre 1908, p. 397.

Ces machines reposent sur l'utilisation par des moyens très simples des mouvements vibratoires qui sont obtenus tout naturellement à l'aide des courants alternatifs.

M. de Grièges donne lecture de son rapport qui résume les critiques que l'on peut faire concernant le fonctionnement des moteurs de traction de chemins de fer et de lignes métropolitaines.

Les conditions de trafic de ces lignes sont telles, que ces moteurs sont en continuelle surcharge.

Deux progrès réalisés ces temps derniers ont déjà amélioré le fonctionnement des moteurs :

*a*. Leur ventilation;

*b*. L'adjonction de pôles de commutation.

M. de Grièges montre qu'il reste encore des perfectionnements à apporter pour diminuer le coût de l'entretien des moteurs, qui est encore beaucoup trop élevé.

M. de Grièges émet un vœu relatif à la détermination de la puissance des moteurs de traction qui, à son avis, est insuffisante; si l'on arrivait à fixer la durée des essais à huit ou dix heures, on remédierait à la tendance qu'ont les exploitants de surcharger les moteurs et on arriverait ainsi à abaisser d'une façon très intéressante les frais d'entretien.

M. Sauvage ajoute quelques mots au rapport de M. de Grièges, au sujet du graissage des moteurs de traction. Après avoir cherché à utiliser le graissage à bagues, on a dû y renoncer par suite des pertes d'huile, dues à ce que l'échauffement des paliers rendait cette huile excessivement fluide et qu'au bout de très peu de temps il n'en restait plus dans la boîte de graissage. On a adopté définitivement le graissage par déchets de laine.

M. Sekutowicz fait remarquer que, pour déterminer complètement la puissance d'un moteur de traction à courant continu, il faudrait théoriquement posséder :

1° Une mesure de la capacité thermique du moteur, résultant de l'essai dit « d'une heure » actuellement admis (détermination du régime donnant 75° d'échauffement pendant une heure, par l'essai « américain », ou plus exactement du régime « normal » défini au Congrès de Milan).

2° Une mesure de la capacité d'émission de chaleur du moteur en service continu. Celle-ci donnée avec assez d'exactitude par l'essai de dix heures permettant de déterminer la puissance « continue » telle qu'elle a été définie à Milan.

3° Une mesure de la surcharge maxima momentanément admissible pendant un temps très court (correspondant à la « puissance instantanée » définie à Milan). L'intensité maxima est limitée par la commutation dans les moteurs ordinaires. Avec les moteurs à pôle de commutation, d'autres facteurs peuvent limiter l'intensité à une valeur inférieure à celle imposée par la commutation : par exemple l'échauffement de certaines parties des enroulements, la résistance au point de vue mécanique de certaines parties du moteur.

4° Enfin les pertes d'énergie du moteur aux différents régimes de tension aux bornes et d'intensité (pertes ohmiques — pertes au collecteur — pertes dans le noyau d'induit — pertes internes par frottements).

On peut, avec cet ensemble de renseignements, déterminer exactement l'échauffement d'un moteur en service, quelle que soit son utilisation.

Au point de vue *commercial* les trois essais définis au Congrès de Milan et rappelés ci-dessus caractérisent suffisamment un moteur et il semble que l'on devrait se borner pour le moment à les adopter.

Étant donnée l'importance des arrêts sur la consommation signalée par M. de Grièges, M. de Traz fait observer que la récupération au freinage serait aussi intéressante pour les métropolitains que la récupération en pente pour les chemins de fer de montagne. Il signale les efforts tentés dans le sens des profils économiques.

M. de Traz résume son rapport sur l'**Emploi de l'énergie**

Digitized by Google

**électrique dans les usines, ateliers et manufactures**, envisageant successivement les avantages, les conditions et les divers modes de cet emploi. Il termine en émettant le désir que les constructeurs de machines-outils, métiers et mécanismes divers établissent un matériel nouveau permettant de tirer plein parti des avantages du moteur électrique, et ne se contentent pas d'adapter tout simplement à ce moteur les machines inventées et mises au point pour être commandées par arbres de transmission.

La cinquième section s'associe à ce vœu.

M. DE GRÈGES dit qu'il y a en effet intérêt à ce que les fabricants de machines-outils s'occupent de la question de l'accouplement des moteurs avec leurs machines. Il signale les difficultés que certaines grandes Compagnies ont rencontré de la part des plus importants fournisseurs de machines-outils pour loger les moteurs dans les bâtis des machines, dispositif qui présente de nombreux avantages de sécurité pour les ouvriers et des garanties de bon fonctionnement.

M. SOGUEL dit qu'il a appliqué, depuis quelques temps, la chaîne pour la commande électrique des pompes agricoles.

---

## SIXIÈME SECTION. — Électrochimie et électrométallurgie.

*Président* : M. GALL.
*Vice-présidents* : MM. CHAUMAT, BLONDIN.
*Secrétaire* : M. JOUVE.

*Séance du mardi 15 septembre 1908.*

La parole est immédiatement donnée à M. VUIGNIER pour son étude sur **L'électro-métallurgie du cuivre.**

Les conclusions tirées des expériences industrielles de MM. Keller, Gin, Vittrei et Tavernier, sont que l'électrométallurgie du cuivre est économique. L'électrolyse du cuivre n'est pratique que si les cuivres employés titrent déjà 98 pour 100, tandis que le traitement des mattes est peu pratique ainsi que celui des minerais directs, le traitement des liqueurs du lavage des minerais présente certains avantages.

M. le Président remercie M. Vuignier de son intéressante communication et cite l'intérêt des travaux de M. Keller, augmenté par ce fait que certains minerais pauvres titrant 4 pour 100, ne pourront être traités que par les procédés électrométallurgiques.

M. BLONDIN a la parole pour son étude sur **La fixation de l'azote atmosphérique.**

Après une présentation historique de la question, M. BLONDIN expose les procédés de MM. Kowalsky et Mosçicki, puis ceux de MM. Birkeland et Eyde; ceux-ci sont caractérisés par l'utilisation d'arcs alternatifs de près de 2 m de diamètre en forme de disques. L'usine de Nottoden (Norvège) utilise ces derniers procédés par l'application de 56 000 kw, à cette fabrication, avec un rendement de 500 kg d'$AzO^3H$ par kilowatt-an.

M. BLONDIN expose également les procédés Frank et Caro de fabrication de la cyanamide de calcium fabriquée à Notre-Dame-de-Briançon. Il attire l'attention sur la fixation au moyen de l'effluve.

M. LACROIX demande la fréquence. M. BLONDIN répond cinquante périodes par seconde et montre que la fréquence n'a pas d'importance, d'après M. Birkeland, qui n'a pas obtenu d'amélioration par l'augmentation de la périodicité. Il semblerait que l'action ionisante n'a que très peu d'influence, environ 1 pour 1000.

M. DEVAUX attire l'attention du Congrès sur les procédés Gorbow et Mitckievitch.

Ces professeurs emploient à Saint-Pétersbourg un courant triphasé dans des fours au maximum de 14 kw : sous une haute tension. Le maximum de rendement correspond aux proportions de 2 ou 3 pour 100 d'oxyde azotique en volume, le rendement augmente avec la vitesse du courant gazeux, mais seulement jusqu'au chiffre précédent. Le rendement obtenu est de 480 kg : kw-an. Ce procédé est encore à l'étude pratique.

M. FLUSIN attire l'attention sur les procédés Pawling, d'Insbruck, en exploitation prochaine en France, basé sur le système du parafoudre à cornes, avec des fours de 500 à 700 kw, caractérisé par la production directe d'acide azotique 36-40° B.

M. DE LA VOLTA POUSSIN ajoute que les procédés Birkeland ont été placés sur le terrain industriel.

MM. COURTOIS et DONY-HENAULT prennent part à la discussion et ce dernier signale tout particulièrement les recherches de M. Haber, de Carlsruhe, expériences effectuées dans le même ordre d'idées au laboratoire de M. Dony, à Bruxelles. Le principe d'augmentation du rendement est d'élever l'action ionisante de l'arc et pour ce, il est indispensable d'abaisser aussi la température, la température élevée étant un des grands obstacles à cette influence. Le professeur Haber a réalisé ce fait en diminuant légèrement la pression et en utilisant des électrodes en produits *Nernst*. L'action ionisante est indubitable, car le calcul thermique théorique indiquerait 4000°. La concentration en oxyde qui est de 5 pour 100 avec le procédé Birkeland, monte à 14 pour 100 avec les études Haber.

M. GALL demande si les procédés Haber sont entrés dans le domaine industriel.

M. DONY répond qu'ils sont trop récents et que cependant cette question est à l'étude.

M. COURTOIS spécifie que dans les procédés Birkeland c'est la température élevée qui empêche l'ionisation.

M. GALL demande à M. Dony, en dehors de la teneur, de combien le rendement par kw augmente.

M. DONY ne peut répondre exactement et ajoute quelques renseignements intéressants sur l'arc Birkeland.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

Pas de séance.

*Séance du jeudi 17 septembre 1908,*

La séance est ouverte à 9h 15m sous la présidence de M. GALL.

La première communication est celle de M. GALL sur **La cyanamide calcique**, après l'exposé de l'historique de la fixation de l'azote par le carbure de calcium. Le procédé Frank et Caro est appliqué industriellement à Notre-Dame-de-Briançon. M. GALL explique de façon détaillée les procédés de fabrication et termine en montrant que le procédé cyanamide a un meilleur rendement au point de vue fixation d'azote, puisque le rendement correspond à 2000 kg d'azote fixé calculé en acide nitrique, tandis que les procédés de fixation directe par l'arc atteignent 500 kg : kw-an.

M. DEVAUX présente quelques observations.

M. CHAUMAT expose le résultat de ses recherches personnelles sur **La réduction électrolytique de l'indigo** qui permettent d'obtenir la réduction de l'indigo avec un rendement presque théorique. De plus, les avantages économiques sont énormes, eu égard au prix de revient, comparativement avec les procédés de réduction chimique ou biologiques. La caractéristique de ce procédé est l'emploi d'une cathode à grande surface préparée au moyen du graphite enrobé d'indigo bleu.

M. DONY-HENAULT demande par quel phénomène l'indigo bleu pouvait sortir de la cathode.

M. CHAUMAT répond que ses travaux, sans s'inquiéter du mode de séparation du liquide de teinture incolore, ont porté sur des dosages dans les liqueurs entourant la cathode.

Digitized by Google

M. Lacroix indique qu'ayant étudié le procédé de M. Chaumat, il a remarqué la facilité avec laquelle on peut remédier à cette question au moyen de cathodes mises en circuit au fur et à mesure de la nécessité et en particulier de l'épuisement du milieu non teignant (indigo bleu de la cathode).

M. Gin, absent, ne peut présenter son rapport sur **L'électrométallurgie et ses progrès actuels**; mais celui-ci ayant été imprimé et distribué, il est procédé à la discussion immédiate.

M. Flusin reproche à ce rapport d'être incomplet et de se borner à un exposé historique quelconque. Il cite entre autres l'absence de l'étude des procédés Keller qui travaillent actuellement avec 11 000 kw, et dont l'importance est bien connue de tous.

M. Keller remarque qu'au seul endroit où ses travaux sont signalés, on classe son four comme four à zinc et s'élève également contre l'absence totale de descriptions d'autres méthodes, dont les siennes. M. Keller s'excuse d'être obligé de prendre la parole sur un point aussi personnel.

Un grand nombre de membres s'associent à cette protestation.

M. Keller demande l'insertion au procès-verbal d'une étude sur les aciéries d'Unieux.

Il exprime le désir qu'en présence d'un rapport de caractère aussi officiel, il se voit obligé de déplorer que les efforts de la Compagnie Keller-Leleux et les résultats pratiques obtenus n'aient pas trouvé dans le rapport quelques lignes de description. Le four électrique d'Unieux, qui a coulé devant le Congrès de l'Association des Mines un lingot de 8000 kg, par application du procédé ci-dessus, est suffisamment caractérisé pour que M. Keller s'autorise à le signaler à l'attention de l'assemblée puisque M. Gin ne l'a pas fait.

M. F. Clerc rappelle qu'au point de vue historique, on insiste trop sur le caractère du four de M. Louis Clerc (homonyme de M. François Clerc) et des réchauds de la lampe Soleil. Il ne faut pas oublier quelle a été l'importance des travaux du regretté maître H. Moissan.

M. Jouve propose de faire une étude complémentaire sur l'électro-métallurgie présentée par un groupe de quelques-uns des congressistes.

MM. Clerc, Gall et quelques congressistes trouvent difficile la solution aussi rapide de cette question.

M. Chaumat insiste sur le fait que le rapport de M. Gin n'engage que son auteur et que le but de la discussion est précisément la discussion du rapport.

M. Jouve demande à être inscrit pour une prochaine communication sur les progrès de l'électro-métallurgie en France.

M. Gall présente son rapport sur **Les progrès de l'électrochimie.**

M. Dony-Henault a présenté un rapport sur les progrès de l'électro-chimie théorique et appelle l'attention sur les avantages des dosages électrolytiques et leur rapidité.

*Séance du vendredi* 18 *septembre* 1908.

La première communication est celle de M. Ad. Jouve sur **l'État actuel de l'électrométallurgie et quelques applications nouvelles des siliciures métalliques.**

Discussion : MM. Clerc, Devaux, Flusin, Chaumat.

M. Chaumat prend la parole sur l'ozone et son industrie et présente des idées très personnelles et originales sur la préparation rationnelle de l'ozone.

Après la séance, M. Devaux convoque les congressistes à son laboratoire pour une expérience intéressante d'application de l'arc électrique.

## SEPTIÈME SECTION. — Télégraphie et téléphonie.

*Président* : M. Devaux-Charbonnel.
*Vice-président* : M. Roosen.
*Secrétaire* : M. Milon.

*Séance du mardi* 15 *septembre* 1908.

M. Milon donne lecture de son rapport sur **l'État actuel de la téléphonie.** Il résume les conditions de construction des appareils, il expose les améliorations apportées à la propagation des courants téléphoniques sur les lignes et au rendement de ces lignes par l'insertion des relais ou l'utilisation de dispositifs permettant l'échange de plusieurs conversations simultanées sur un même circuit. Il parle ensuite du problème de la commutation et tout particulièrement des tableaux multiples à batterie centrale actuellement installés à Paris. Il aborde également la question des auto-commutateurs, qui suppriment l'intermédiaire des téléphonistes et dont un essai va être réalisé à Lyon.

M. Ferry indique que M. Laudet a inventé un dispositif permettant de renforcer la voix au moyen d'un appareil qui utilise des mélanges détonnants et qui pourrait être employé comme relais téléphonique.

M. Goldschmidt annonce que M. Ruhmer a récemment trouvé un système de téléphonie simultanée qui utilise l'envoi des ondes hertziennes sur des circuits métalliques.

M. Larose donne lecture de son rapport sur l'**État actuel de la télégraphie sous-marine.** Il expose des travaux personnels sur la transmission des courants et indique les conclusions pratiques qu'on peut en tirer en ce qui concerne la spécification des âmes et de la confection de l'armature. Il établit une comparaison entre les différents câbles posés actuellement, au point de vue de leur spécification et de leur rendement financier, et fait remarquer, avec exemples à l'appui, que le simple examen d'une carte géographique permet de prévoir les prospérités relatives des diverses Compagnies de câbles.

*Séance du mercredi* 16 *septembre* 1908.

*Président* : M. Roosen.

Lecture est faite du rapport de M. Tissot qui résume l'**État actuel des recherches relatives aux transmissions téléphoniques par ondes hertziennes,** et conclut en invitant les chercheurs : 1° à perfectionner les appareils producteurs d'ondes non amorties; 2° à perfectionner la construction de microphones, susceptibles de supporter des courants élevés.

M. Courtois fait connaître que la Société des Téléphones a étudié et réalisé des microphones cloisonnés en vue de la transmission à grande distance et de la réalisation d'un haut parleur, et exprime l'opinion que l'on pourrait chercher, dans cette voie, à satisfaire au deuxième desideratum formulé par M. Tissot.

M. Milon fait remarquer que le même problème s'est posé pour la constitution d'un relais téléphonique.

M. Vanni estime que le microphone hydraulique réalisé par M. Majoraux, qui a permis la transmission de la parole dans de bonnes conditions entre Monte-Mario (Rome) et Anzio (60 km), pourrait être avantageusement utilisé dans le même but.

M. Goldschmidt appelle l'attention des membres du Congrès sur le microphone de Fessenden, décrit dans le *Bulletin des Ingénieurs américains.*

M. Campos fait remarquer qu'il a signalé, depuis 1905, la possibilité d'appliquer l'arc de Duddel à la production d'ondes

Digitized by Google

non amorties pouvant être utilisées, pour la télégraphie et le téléphone sans fil. Il a indiqué aussi plusieurs dispositifs de montage pour les postes, dispositifs qui depuis ont été essayés et mis en pratique. Il a tout particulièrement appelé l'attention sur l'installation de plusieurs arcs en série et sur l'emploi d'arcs fonctionnant dans l'air comprimé. Il s'est occupé de la réalisation de générateurs mécaniques à haute fréquence.

Une discussion s'engage à ce sujet entre MM. Bethenod, Courtois, Campos, Roosen.

M. Goldschmidt relate des expériences récentes de téléphonie sans fil, réalisées en Belgique, entre Tervueren et le Palais de Justice de Bruxelles. L'installation de ces postes permet l'étude comparative des systèmes d'émission d'ondes accordées et d'ondes non accordées. Pour celles-ci on a employé le dispositif proposé par M. Ruhmer et qui consiste à faire jaillir un arc entre deux fils métalliques, animés d'un mouvement lent. Ces essais ont été faits en collaboration avec M. Philippon.

M. Goldschmidt parle aussi des réceptions faites, au moyen d'un ballon, de messages téléphoniques et télégraphiques; la portée atteinte jusqu'alors par la transmission est de 100 km, mais les expérimentateurs espèrent aller plus loin.

Lecture est faite ensuite du rapport de M. Neu sur la **Transmission des signaux sur les lignes industrielles au moyen des courants à fréquence élevée.**

*Séance du jeudi* 17 *septembre* 1908.

M. Jegou propose un dispositif de son invention, qui permet de faire des mesures assez précises de la sensibilité relative des détecteurs électrolytiques et reposant sur l'emploi d'une réception téléphonique inductive. Il en tire des conclusions intéressantes sur l'accouplement en série et en parallèle de ces détecteurs et décrit un dispositif permettant de suivre les appareils de réception à l'abri des décharges atmosphériques.

M. Campos fait ressortir l'analogie que présente le fonctionnement de ces appareils avec celui des soupapes électrolytiques.

M. Devaux-Charbonnel donne lecture de son rapport sur **Les appareils télégraphiques rapides.** Il indique pour chacun d'eux les conditions particulières de son fonctionnement électrique et explique la supériorité des appareils sans relais.

M. Blondin signale l'appareil imaginé par M. Carbonnelle, de Bruxelles, et nommé par lui téléautograveur. Cet appareil donne un cliché en creux des messages en photographies à transmettre et permet de reproduire en une minute à 80 secondes une page de journal de 6000 mots.

---

## HUITIÈME SECTION. — Enseignement et mesures.

*Président* : M. P. Janet.
*Vice-président* : M. Barbillion.
*Secrétaire* : M. Jouvion.

*Séance du mardi* 15 *septembre* 1908.

M. le Président informe les membres de la huitième section qu'en plus des rapports inscrits au programme général, la section aura à entendre et discuter le rapport de M. Fabry, professeur à la Faculté des sciences de Marseille, sur les compteurs. L'ordre du jour appelle la communication de M. Campos, sur **Les transformateurs de mesure.**

Les deux types de transformateurs qui font l'objet de la communication ont été étudiés par l'auteur en collaboration avec M. l'ingénieur Nobili et construits par la maison Olivetti, de Milan.

Se basant sur l'égalité presque absolue des ampères-tours primaires et secondaires dans les transformateurs usuels égalité qui crée dans les noyaux un champ magnétique faible, l'auteur emploie des circuits magnétiques massifs ou peu divisés. L'augmentation des pertes dans le fer a une influence favorable sur la différence de phase des courants primaires et secondaires. La présence d'un entrefer convenablement aménagé permet d'assurer la constance du rapport de transformation.

Le premier type de transformateur construit d'après ce principe utilise, comme circuit magnétique, la boîte en fonte qui le renferme et son couvercle. Les enroulements sont disposés sur un noyau massif venu de fonte sous le couvercle et séparé du fond de la boîte par un entrefer.

Le second type, destiné à la mesure des hautes intensités, a son noyau formé d'un câble flexible en fil de fer dont les extrémités sont réunies par un joint démontable. L'enroulement secondaire est disposé sur ce câble et protégé par un écran magnétique en cuivre convenablement sectionné.

Le transformateur embrasse le câble parcouru par l'intensité de courant à mesurer. La répartition du courant primaire à l'intérieur du transformateur n'a pas d'influence sur les mesures.

Ce transformateur a été réalisé pour mesurer un courant de 25 000 ampères et étudié pour un courant de 40 000 ampères.

M. le Président remercie M. l'ingénieur Campos de son intéressante communication.

*Séance du mercredi* 16 *septembre* 1908.

*Discussion du rapport de M. Durand* sur **Les appareils de mesure actuels.** — M. Heinrich a la parole. Il estime que le rapport de M. Durand devrait marquer le commencement d'une entente entre le fabricant et l'ingénieur-conseil. Il voudrait que les résultats des essais faits dans les divers laboratoires soient publiés et servent à guider les acheteurs.

Il présente ensuite quelques observations de détails sur les points suivants :

Ressorts et systèmes de mise au zéro.

Shunt et leur chute de potentiel.

Cordons souples. Influence des champs magnétiques extérieurs.

La parole est à M. Fabry pour la lecture de son rapport sur **Les compteurs.**

La discussion est ouverte aussitôt.

La parole est à M. Laporte, qui s'associe à la distinction proposée par M. Fabry des compteurs d'abonnés et des compteurs de stations centrales. Il signale ensuite l'influence magnétique réciproque de deux compteurs l'un sur l'autre.

Au sujet de l'étalonnement des compteurs sur le courant normal d'emploi, M. Laporte signale des essais faits par le Laboratoire central pendant vingt-quatre heures avec lectures toutes les cinq secondes. Malgré les difficultés de lectures dans un régime très variable, avec des expérimentateurs exercés on peut arriver cependant à une approximation suffisante. M. Barbillion signale des mesures de consommation de tramways concordant à 2 pour 100 près. M. Garnier et M. Renée également.

M. Mouchard fait remarquer que le problème est à résoudre pour les compteurs à courant alternatif munis de transformateurs.

La discussion s'engage sur cette question et M. le président signale des cas où la constante changeait notablement en régime stable et en régime variable. M. Gossart dit que dans l'équation différentielle du mouvement du mobile d'un compteur, la constance des coefficients n'est pas assurée. Un échange de vues a lieu ensuite entre M. Gossart et M. Fabry sur la méthode calorimétrique signalée par M. Fabry pour l'étalonnement des compteurs.

Au sujet des compteurs d'abonnés, M. Renée signale les

Digitized by Google

vérifications faites à Paris au secteur de la Compagnie Parisienne d'Électricité. On a constaté environ 0,6 pour 100 d'arrêts accidentels. M. Barbillion signale les variations de constantes après la pose et insiste sur les gains réalisés dans l'exploitation par une bonne vérification.

M. Dubois présente quelques observations sur la compensation du coefficient de température par un shunt magnétique en *acier au nickel*. Ce procédé mis au point par M. Meylan donne un coefficient de température très variable (0,5 pour 100 pour une variation de 50° C).

Sur les appareils thermiques, M. Dubois signale un procédé de M. Meylan permettant de réduire la consommation des voltmètres à 0,1 ampère, en chauffant indirectement le fil dilatable par un fil fin enroulé tout autour et parcouru par le courant. M. Heinrisch présente quelques observations sur cette communication, à propos du coefficient de température dû aux ressorts.

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

Communication de M. Broca sur **Les courants de haute fréquence.**

L'auteur, après avoir rappelé les méthodes courantes des mesures des courants à haute fréquence usuels et la précision obtenue (2 pour 100 environ), parle des difficultés qu'il a rencontrées dans la mesure de courants d'une intensité de 20 ampères environ. La nécessité de posséder un shunt sans self-induction l'a conduit à le constituer par des fils symétriquement tendus sur deux joues en ébonite. L'étude de la dilatation d'un de ces fils renseigne sur la valeur du courant passant dans l'ensemble.

L'auteur a vérifié avec du courant continu et du courant de haute fréquence la constance du pouvoir multiplicateur du shunt ainsi constitué.

M. Swyngedauw fait une communication sur une **Modification de la méthode de Mordey.**

M. Nègre communique une note sur la méthode de MM. Marcel Deprez et Routin pour la **Détermination des pertes mécaniques des machines électriques.**

Ces deux communications sont d'un ordre trop technique pour pouvoir être analysées ici.

M. Delon décrit un **Appareil destiné à obtenir de grandes différences de potentiel continues.**

Après avoir rappelé la nécessité qu'il y a d'effectuer un certain nombre d'essais à haute tension avec une différence de potentiel continue, l'auteur fait la théorie de son appareil basé sur la charge instantanée du condensateur, au moment du passage à ses maxima et minima d'une différence de potentiel alternative. La différence de potentiel continue ainsi obtenue est égale à environ deux fois la valeur maxima de la différence de potentiel alternative. Suit la présentation de quelques résultats obtenus.

M. Armagnat résume son rapport sur **L'organisation d'un laboratoire industriel.**

M. le Président, après avoir annoncé que les communications de MM. Heinrich et Barbillion sont reportées à une prochaine séance, donne lecture du rapport de M. Blondel, sur **Ce que doit être l'ingénieur électricien.**

*Séance du vendredi 18 septembre 1908.*

M. Gossart dit quelques mots sur une souscription ouverte pour commémorer la mémoire d'André-Marie Ampère et propose le vœu suivant :

« La 8e section émet le vœu que le Congrès veuille bien prendre la résolution suivante :

« Le Congrès international des électriciens réunis à Marseille, s'associant à l'idée touchante des habitants des Polymieux de faire de la maison natale d'A.-M. Ampère, devant laquelle ils veulent dresser sa statue, un centre de vénération mondiale, engage ses membres à envoyer leurs souscriptions à cette belle œuvre et à susciter des souscripteurs dans leur rayon d'influence ».

Ce vœu est adopté à l'unanimité.

M. Heinrich, sur **L'élément étalon Weston**, donne d'abord quelques détails sur l'histoire de cette pile et les recherches qui lui ont donné naissance; l'idée qui y présida fut d'obtenir une pile ayant une force électromotrice indépendante de la température. Dès 1891, cet élément avec coefficient de température négligeable était présenté au Congrès de Francfort et, en 1895, cette pile fut désignée sous le nom d'élément au cadmium, englobant la pile originale à solution saturée à toutes températures et un autre élément en dérivant. M. Heinrich présente une série d'éléments montrant les différents types créés et perfectionnés successivement.

Il donne les valeurs des forces électromotrices des éléments définitifs et parle du coefficient de vieillissement de ces piles, coefficient très petit. Quant au coefficient de température, il est très faible (environ 5 millionièmes par degré C.) et peut même changer de signe suivant la saturation. La valeur absolue de la force électromotrice est constante à 4/10000 près.

M. le Président fait remarquer que les conclusions de M. Heinrich sont confirmées par les travaux du Laboratoire central d'électricité, et cite à l'appui l'observation d'un élément non saturé faite pendant une période de trois ans.

En ce qui concerne les éléments saturés, il semble, d'après les même travaux, que la variation de la force électromotrice absolue avec le temps soit moins considérable. Il cite à l'appui les valeurs communiquées par le National Physical Laboratory de Londres.

M. Heinrich parle ensuite des applications pratiques de la pile normale Weston et des appareils construits dans ce but. Il présente ces appareils et insiste sur les conditions pratiques de leur emploi. La précision obtenue est de 1/1000.

M. Barbillion parle de l'emploi de la terre comme conducteur de retour dans les lignes industrielles.

L'auteur parle ensuite de l'action inductrice de lignes haute tension sur une ligne voisine à basse tension et des mesures effectuées par lui sur ce sujet.

Les résultats obtenus sur une ligne parcourue par un courant de 50 A montrent que cet action est loin d'être négligeable.

Sur une observation de M. le président, M. Barbillion déclare que l'effet inducteur de la ligne ne dépend pas de la tension à laquelle elle est soumise, mais seulement de l'intensité qui la parcourt.

La section discute le rapport de M. Blondel. M. Blondel a envoyé à M. le président deux réponses de MM. Crompton et Parshall au questionnaire qu'il a envoyé et qui constituent la base de la discussion.

M. Swingedauw, en quelques mots, controuve quelques-unes des conclusions de MM. Crompton et Parshall, sur l'universalité des ingénieurs électriciens et signale la place prépondérante de l'ingénieur exploitant dans l'industrie.

M. Barbillion signale quelques inconvénients constatés dans le mode d'éducation de l'électro-chimiste.

M. le Professeur R.-H. Smith fait une communication en anglais faisant l'historique de l'éducation de l'ingénieur électricien en Angleterre. L'auteur s'élève contre la séparation en des branches trop distinctes de son éducation.

M. Heinrich signale qu'en Allemagne la nécessité même de trouver des débouchés à la carrière d'ingénieur empêche la spécialisation.

M. de Chatelain signale que les conditions particulières d'existence de l'ingénieur en Russie ont amené une nouvelle école à consacrer par parties égales le temps d'éducation

Digitized by Google

aux trois branches : sciences — mécanique — électricité, et que le résultat a justifié cette manière de voir.

Au sujet de l'ingénieur-chimiste, il pense qu'il faudrait donner à un chimiste une solide éducation électro-technique.

M. O. Higman C.-S. dit qu'au Canada les étudiants ont trois années d'études communes et que ce système donne des ingénieurs très compétents.

M. Camichel signale que M. Sabatier, dans une école d'électro-chimie, donne à ses élèves, avant tout, une éducation de chimiste ; l'enseignement est dirigé dans ce sens à la suite d'une entente avec les ingénieurs de la région. Il signale enfin la création d'une section d'ingénieurs-architectes.

M. Gossart cite ce qui se passe à l'Université de Bordeaux — École de Chimie — où l'étude de l'électricité va être introduite pour répondre aux demandes industrielles.

M. Swyngedauw estime que la pratique de la mécanique est plus facile à acquérir que la pratique de l'électricité.

Après une courte réponse de M. de Chatelain, M. le professeur R.-H. Smith dit que son expérience lui a montré que les notions élémentaires de mécanique appliquée à la construction des machines rendent plus facile l'acquisition des notions d'électro-technique.

La 8e Section adopte à l'unanimité le vœu suivant, qui lui est transmis par la 9e Section :

*Il serait désirable que les directeurs des Écoles d'Ingénieurs fassent apprendre à leurs élèves les manœuvres de la respiration artificielle et de traction rythmée de la langue.*

---

## NEUVIÈME SECTION. — Applications à l'hygiène et à la médecine.

*Président* : M. Bergonié.
*Président d'honneur* : M. Gariel.
*Vice-président* : M. André Broca.
*Secrétaire* : M. le Dr d'Arcourt.

*Séance du mardi 15 septembre 1908.*

MM. Radiguet et Massiot présentent différents appareils d'électricité médicale. Cette présentation donne lieu à une discussion de la part de MM. Gariel, Broca et Bergonié.

M. Broca parle de la régénération des tubes de Crookes. MM. de Keating-Hart et Arcelin présentent quelques observations sur ce sujet.

*Séance du mercredi 16 septembre 1908.*

M. Abraham présente son rapport sur **La stérilisation des eaux et de l'air par les procédés électriques** qui est discuté par MM. de Montricher, Broca, Vaudrey.

M. Bergonié donne lecture de son rapport sur **Les tubes à rayons X à grande puissance.** Une discussion s'en suit à laquelle prennent part MM. Delon, Arcelin, Guilleminot, Abraham, Broca.

Enfin M. Delon décrit un **Contact tournant destiné à alimenter les tubes de Crookes à grande puissance.**

*Séance du jeudi 17 septembre 1908.*

Rapport de M. Guilleminot, sur **Les quantitomètres en radiographie et en radiothérapie.**

Discussion ; y prennent part : MM. Bergonié, Weil, Broca et Arcelin.

Rapport de M. Louis Zacon, sur **Les formes diverses des accidents électriques et les moyens de les prévenir.**

Prennent part à la discussion : MM. Weil, Broca, Archambaud, Gariel, Arcelin et Meynier.

M. Zacon présente le vœu suivant, qui est adopté à l'unanimité :

*La 9e Section du Congrès, considérant que l'étude des accidents causés par les courants électriques est de nature à faciliter la prévention, émet le vœu que les pouvoirs publics établissent et publient chaque année la relation et la statistique des accidents survenus en France.*

Sur la proposition de M. le professeur Bergonié, la 9e Section vote également le vœu suivant :

*La 9e Section émet le vœu que, dans les instructions prévues par le décret du 11 juillet 1907 et par l'arrêté technique du 21 mars 1908 concernant les secours à donner aux victimes des accidents par l'électricité :*

*1° Il soit prescrit d'avoir recours, autant que possible, aux manœuvres de la respiration artificielle en même temps qu'aux tractions rythmées de la langue ;*

*2° Que les manœuvres soient prolongées pendant longtemps et du moins jusqu'à l'arrivée du médecin.*

En outre :

*La 9e Section transmet à la 8e Section son désir de voir les directeurs des Écoles d'Ingénieurs apprendre aux élèves les manœuvres de la respiration artificielle et de la traction rythmée de la langue.*

*Séance du vendredi 18 septembre 1908.*

Rapport de M. de Keating-Hart, sur **L'action de l'étincelle électrique sur les tissus.**

Discussion ; y prennent part : MM. Bergonié, Darcourt.

---

*Séance de clôture du samedi 19 septembre 1908.*

Les sections ont présenté à l'assemblée générale de clôture une longue série de vœux, adoptés à l'unanimité, et dont voici les textes :

**PREMIÈRE SECTION.** — La première section du Congrès émet le vœu que le conseil-comité permanent d'électricité recherche une solution pratique pour que les industriels trouvent dans la législation française un mode rapide et simple pour arriver à la constatation immédiate du vol d'énergie électrique.

— La première section du Congrès, qui a étudié et discuté la proposition de loi de M. Cazeneuve, député, et de quatre-vingts de ses collègues, et le projet de loi déposé par M. le Ministre des finances, relatifs à la patente des usines prenant en dehors d'elles la force motrice ;

Considérant qu'il est de jurisprudence et de pratique courante que les matières qui se détruisent par l'usage ne rentrent pas en ligne de compte dans l'estimation de la valeur locative des usines, qu'il n'y a donc pas lieu de faire une distinction, à ce point de vue, entre le charbon et le courant électrique ;

Considérant que la force motrice produite par la vapeur n'a jamais été considérée comme un élément imposable indépendamment de la machine qui la produit ; que cette force motrice, prise en elle-même, ne doit pas être davantage imposée lorsqu'elle est produite par tout autre élément tel que le courant électrique ;

Considérant qu'il doit en être ainsi, lors même que le courant a été produit à l'extérieur de l'usine, l'industriel qui le reçoit devant avoir un matériel important de réception et de transformation et souvent de secours sur lequel seul doit être assis le droit proportionnel, conformément au dernier para-

Digitized by Google

graphe de l'article 12 de la loi du 15 juillet 1880 sur les patentes, émet le vœu :

1° Que le Parlement adopte la proposition de loi de M. le député Cazeneuve, qui a le grand mérite de ne pas faire de distinction arbitraire, pour l'établissement du droit de patente, entre les éléments qui servent à produire la force motrice, quand ces éléments sont de nature à être consommés ou détruits par l'usage;

2° Que la Commission parlementaire saisie des projets de loi déposés sollicite sur cette question, qui soulève des difficultés techniques d'application, l'avis du ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, auprès duquel est constitué le Comité permanent d'électricité.

— La première section du Congrès appelle l'attention des industriels sur l'intérêt qu'ils peuvent avoir dans le calcul des installations, aux traversées des voies publiques et des voies ferrées par des canalisations aériennes électriques, à tenir compte des surcharges éventuelles dues au givre, à la neige collante et au verglas.

— La même section est d'avis qu'il y a lieu d'interdire l'emploi de supports en bois non injecté pour la traversée des voies publiques et des voies ferrées par des canalisations électriques aériennes.

**DEUXIÈME SECTION.** — La deuxième section émet le vœu qu'on élabore un projet de cahier des charges déterminant les conditions d'emploi de l'aluminium.

— Considérant que les phénomènes d'électrolyse constatés dans le voisinage des réseaux de distribution d'énergie électrique et des voies de tramways sont des plus complexes;

Que, d'autre part, les solutions indiquées pour éviter ces effets d'électrolyse sont très différentes les unes des autres, ce qui se conçoit facilement, les conditions d'établissement des lignes souterraines et la nature des terrains traversés n'étant pas les mêmes ;

La deuxième section du congrès émet le vœu que le comité d'électricité adresse à toutes les stations génératrices un questionnaire relatif : 1° au mode d'établissement de leurs canalisations ; 2° aux dispositifs qu'elles emploient pour éviter les phénomènes d'électrolyse ; 3° aux phénomènes d'électrolyse qu'elles ont constatés.

**TROISIÈME SECTION.** — La troisième section du Congrès émet le vœu que les Compagnies d'assurances adoptent, universellement, une tarification de primes variable suivant la nature et les qualités des installations électriques, ainsi qu'il est déjà pratiqué dans certains pays.

— La troisième section, étant donné qu'il existe une Commission électrotechnique internationale, dont le siège est à Londres, et qui a pour but d'unifier les questions de règlement pouvant s'appliquer à tous les pays, émet le vœu que cette Commission étudie l'établissement d'un règlement général concernant les installations à l'intérieur des immeubles.

Cette section serait heureuse que son vœu fût transmis à la Commission d'électrotechnique internationale.

**CINQUIÈME SECTION.** — La cinquième section émet le vœu que les constructeurs de machines-outils, métiers et mécanismes divers employés dans les ateliers, continuent à diriger leurs efforts vers la création d'un matériel nouveau permettant de tirer, des avantages de la commande électrique, meilleur parti qu'avec le matériel créé et mis au point pour être commandé par arbres de transmission auquel on se contente trop souvent d'accoler le moteur électrique.

— Pour les moteurs de traction, la cinquième section, estimant que la puissance de ces moteurs est incomplètement définie par la seule condition de satisfaire uniquement à l'essai défini par le Congrès de Milan, émet le vœu de voir compléter cet essai par un autre dont la durée sera choisie suivant le service réel qu'aura à assurer le moteur dans chaque cas.

**NEUVIÈME SECTION.** — La neuvième section du Congrès, considérant que l'étude des accidents causés par les courants électriques est de nature à faciliter la prévention, émet le vœu que les pouvoirs publics établissent et publient chaque année la relation et la statistique des accidants survenus en France.

— La neuvième section émet le vœu que, dans les instructions prévues par le décret du 11 juillet 1907 et par l'arrêté technique du 21 mars 1908 concernant les secours à donner aux victimes des accidents par l'électricité : 1° il soit prescrit d'avoir recours, autant que possible, aux manœuvres de la respiration artificielle en même temps qu'aux tractions rythmées de la langue; 2° que les manœuvres soient prolongées pendant longtemps, et au moins jusqu'à l'arrivée du médecin

Enfin :

La 1re, la 3e et la 8e section émettent le vœu que, dans les écoles primaires, les instituteurs mettent en garde les enfants contre les dangers de toucher aux canalisations électriques et leur enseignent à respecter ces canalisations au même titre que les biens des entreprises d'intérêt général.

La 3e, la 8e et la 9e section émettent le vœu que les directeurs des écoles d'ingénieurs électriciens fassent apprendre à leurs élèves les manœuvres de la respiration artificielle et de traction rythmée de la langue.

Ces sections seraient heureuses que leurs vœux fussent transmis à M. le Ministre de l'instruction publique.

M. Mailloux, délégué de l'Association de New-York, a proposé et fait émettre les vœux que voici, concernant la pérennité du Congrès :

1° Que les Congrès ayant pour objet l'étude de la production et des applications de l'électricité se réunissent périodiquement dans différents pays.

2° Que MM. les délégués des gouvernements étrangers et des Sociétés techniques étrangères veuillent bien étudier, chacun en ce qui le concerne, les mesures à prendre pour aboutir à la formation d'un bureau international permanent, ayant pour but la préparation et l'organisation de ces Congrès.

3° Que les renseignements recueillis soient centralisés à Paris, au siège de la Commission d'organisation du Congrès de Marseille, 65, boulevard Haussmann, par les soins d'une Commission d'organisation.

Comme conséquence directe de cette dernière proposition on a constitué immédiatement une Commission chargée de centraliser les renseignements à l'adresse indiquée par M. Mailloux. L'Assemblée a ensuite entendu plusieurs brillantes allocutions des délégués étrangers qu'a terminées un très éloquent discours de M. Maurice Lévy. A. S.

---

## LES POTEAUX POUR LIGNES AÉRIENNES

### A L'EXPOSITION DE MARSEILLE

Poteaux en bois. — *Himmelsbach frères, de Fribourg (Bade)*. — Cette maison a fourni une grande partie des poteaux portant les lignes et les appareils d'éclairage des parcs de l'Exposition. En dehors de ceux-ci, elle expose, à gauche du Palais de l'Énergie et derrière le Palais de la Traction, une série de poteaux et mâts pour conducteurs

Digitized by Google

de 9, 10, 12, 14 et 16 mètres. Plusieurs sont armés de différents modèles de ferrures recevant les isolateurs et les filets protecteurs.

Tous ces poteaux sont imprégnés au bichlorure de mercure suivant le système Kyan. La base est, de plus, protégée jusqu'à 1 mètre au-dessus du sol par un revêtement de carton feutré asphalté qui protège le bois de l'humidité du sol et, par conséquent, augmente la durée du poteau.

MM. Himmelsbach garantissent d'ailleurs une très longue durée à leurs poteaux kyanisés, et ils ont réuni, dans un pavillon installé devant le Palais des Mines et de la Traction, en même temps que les différentes essences (épicéa, pins de la Forêt Noire) desquelles ils tirent les poteaux, des spécimens de poteaux imprégnés, en service depuis très longtemps. Des coupes pratiquées dans ces poteaux montrent que le bois est resté très franc, même au niveau du sol ou dans la partie enterrée.

On peut voir des poteaux télégraphiques ayant servi pendant 24 ans (1884-1908) sur le quai du canal de la Marne au Rhin, près de Saverne; d'autres pendant 25 ans (1881-1905) sur la ligne Weiden-Eger, et d'autres pendant 34 ans (1873-1906) sur la ligne de Schwetzingen à Spire sur le Rhin.

Ces différents échantillons montrent que des poteaux en bois bien préparés et placés dans de bonnes conditions ont une assez longue durée.

Poteaux en ciment armé. — Une ligne installée avec poteaux en bois est très économique comme frais de premier établissement; mais, malgré les exemples que nous montre la maison Himmelsbach, ses frais d'entretien sont assez élevés, surtout si elle est placée dans des terrains humides, qui pourrissent rapidement les poteaux en bois.

Les poteaux en ciment armé sont bien plus coûteux; mais, par contre, leur durée est indéfinie et, par conséquent, leur entretien nul; aussi tend-on à les employer de plus en plus.

*Poteaux en ciment armé système Bourgeat de la Société générale d'installations de lumière, chauffage et force motrice.* — L'armature en fils d'acier de ces poteaux est supportée par un poteau en bois ordinaire de diamètre inférieur à celui du poteau définitif, puis le ciment est coulé, laissant le bois complètement recouvert. L'âme en bois sert donc de mandrin et de support à l'armature pendant le montage; elle peut soulager le poteau des efforts anormaux supportés pendant le transport, la plantation ou l'armement, mais sa résistance n'est qu'un supplément de sécurité dont il n'est pas tenu compte dans les calculs.

La Société générale d'installations expose des poteaux de 8,50 m et 10 m, généralement employés pour les lignes de trolley. La résistance de travail à l'encastrement est de 4500 kg, et les diamètres aux extrémités de 34 et 25 cm; des poteaux de 12 et 13 m, qui ont pour la même résistance à l'encastrement des diamètres de 34 et 22 cm; pour une résistance de 1700 kg, ils n'ont plus que 29 et 15 cm.

Les poteaux de 14 et 15 m ont, pour une résistance de 4500 kg, des diamètres de 34 et 20 cm, et ceux de 16 m, 34 et 17 cm à leurs extrémités.

Plusieurs lignes d'éclairage et de force dans l'intérieur de l'Exposition sont montées sur ces poteaux.

Poteaux tubulaires en ciment armé. — *Système Delamarche, Godineau et Lépine.* — Ces poteaux sont coulés dans un moule dont la Société expose un modèle réduit au 1/5.

Ils sont creux; leur section est un anneau dont le contour extérieur est un octogone et l'intérieur une circonférence. Les figures 1 et 2 donnent les deux sections à la

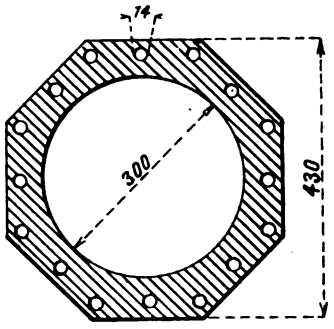


Fig. 1.

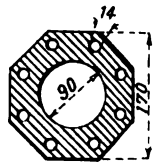


Fig. 2.

base et au sommet d'un poteau de 14 m, calculé pour un effort normal de service de 400 kg au sommet.

La Société expose des réductions au 1/10 de poteaux de 9 m des lignes de prise de courant du chemin de fer de la Mure et des tramways de l'Isère; des poteaux de 12 m à 5 et 6 fils pour les lignes à haute tension de Fure et Morge et Vizille, et des poteaux de 18 m pour 6 et 12 fils pour la Compagnie des chemins de fer du Midi.

Pylônes métalliques. — *Énergie du Sud-Ouest.* — Cette Société expose une réduction au 1/5 d'un pylône de 15 m en cornières d'acier.

Il est prévu pour supporter, avec des portées moyennes de 80 m :

1 ligne triphasée à 55 000 volts;
1 ligne triphasée à 13 000 volts;
1 ligne téléphonique.

C'est un type identique que l'Énergie du Littoral méditerranéen nous montre dans les photographies de ses transports de la Siagne et de la Brillanne à Marseille.

*Bompard, à Nimes.* — Ce constructeur a installé à proximité du Palais de l'Énergie deux pylônes supportant l'antenne de télégraphie sans fil; ces pylônes ont été calculés et construits pour 50 m et rognés à 35 m.

C'est un modèle analogue que les Américains cherchent à employer pour les lignes à très hautes tensions montées avec isolateurs suspendus Hewlett. L. Conge.

Digitized by Google

# L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Placée au centre de la région de France où les applications industrielles de l'électricité sont les plus développées, la ville de Grenoble, sur laquelle l'inoubliable congrès de la Houille blanche a appelé et retenu l'attention du monde industriel, possède un Institut électrotechnique qui a su acquérir, en quelques années à peine, une importance et une autorité telles qu'elles semblaient improbables à ceux de ses fondateurs, même les plus convaincus de sa vitalité.

La création de l'Institut électrotechnique, rattaché à l'Université de Grenoble, n'est que la conséquence logique du succès retentissant qu'obtint le *Cours municipal* d'électricité industrielle, le premier en France de ce genre, professé d'abord par M. Janet, aujourd'hui professeur à l'Université de Paris et directeur de l'École supérieure d'électricité, ensuite par M. Pionchon, professeur à l'Université de Dijon, et ancien directeur de cet Institut.

Grâce à de généreux subsides, en particulier de la ville de Grenoble et de sa Chambre de commerce, grâce surtout à une initiative financière heureuse prise par l'Université dauphinoise, la création d'un Institut électrotechnique indépendant et son installation dans un bâtiment spécial furent décidées et mises à exécution. L'Institut fonctionna régulièrement à partir du 1er novembre 1900, et fut inauguré officiellement le 11 mars 1901, sous la présidence du regretté M. Liard, alors directeur de l'Enseignement supérieur, dont le nom restera indissolublement lié à la grande œuvre de la création des Universités et du développement du haut enseignement technique.

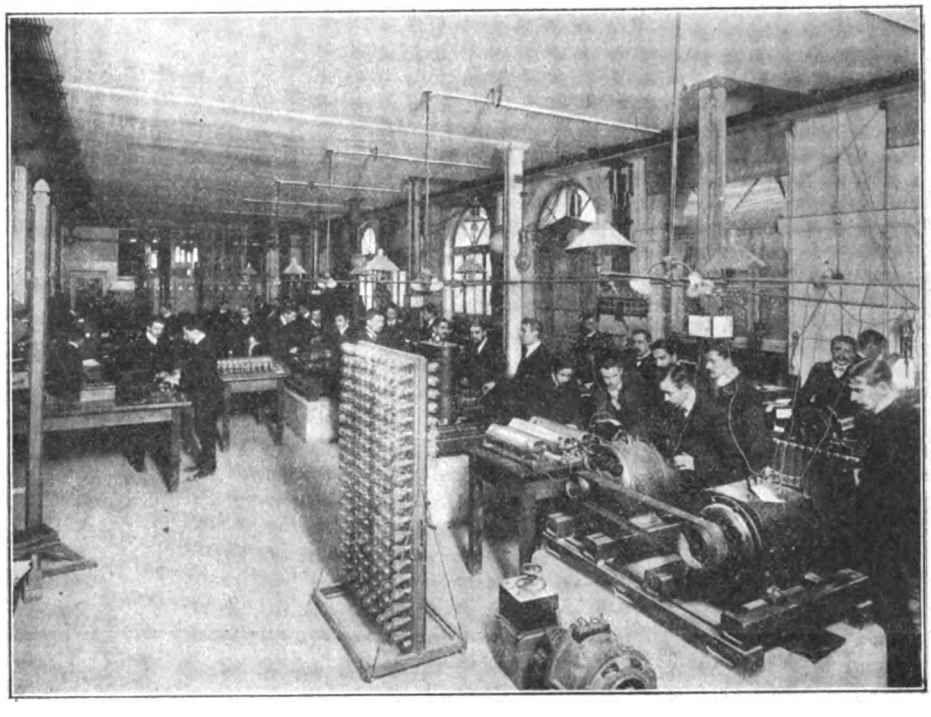


Fig. 1. — Salle de manipulations.

Cet établissement devait être à la fois, dans la pensée de ses créateurs (et on verra qu'il a déjà rempli une bonne partie de son programme), une école supérieure d'enseignement technique, un bureau de contrôle et d'essai des installations électriques régionales, enfin un centre de recherches.

Nous examinerons seulement ici comment l'Institut a pu assurer le premier de ces rôles, les deux autres ressortant d'un domaine un peu étranger aux choses de l'enseignement.

Comme École électrotechnique supérieure, l'Institut de Grenoble, en six ou sept ans, s'est créé une réputation de sérieux incontestable. Elle est due au souci qu'ont le corps enseignant et le jury d'examen à la sortie de ne délivrer le diplôme d'ingénieur électricien I. E. G. (Institut électrotechnique de Grenoble) qu'à ceux des élèves qui lui ont semblé, au cours de leurs études, absolument à la hauteur de leur tâche.

L'Institut reçoit ses élèves en majeure partie des lycées, à leur sortie de la classe de mathématiques supérieures. Deux ans après, ces jeunes gens doivent être pourvus de toutes les connaissances *pratiques* utiles concernant la conception, la création et l'exploitation de toute installation électrique ou hydro-électrique. Pour arriver à ce résultat, encore plus considérable au point de vue du

Digitized by Google

développement et de la maturité qu'ont dû acquérir ces jeunes esprits que par la somme de connaissances acquises, des cours nombreux et variés sont nécessaires.

L'électrotechnique, la mécanique et la physique industrielles, l'hydraulique appliquée, la résistance des matériaux, les mathématiques et la chimie appliquées, dans ce qu'elles ont d'essentiel, constituent la base de l'enseignement, que viennent enrichir des cours libres professés sur les questions à l'ordre du jour par des spécialistes de la région. Des exercices pratiques, auxquels est attachée, dans l'esprit des créateurs de l'Institut, une importance capitale, portent sur les mesures électriques et mécaniques, sur les essais de machines, la chimie analytique et l'électrochimie. Chaque semaine, les élèves ont à effectuer un travail écrit (projet, plan, devis, étude d'installation) et à fournir un dessin industriel après relèvement sur croquis coté des organes à représenter.

Ils doivent enfin résumer, sous forme de feuilles d'essai ou compte rendu bi-hebdomadaire, les résultats qu'ils ont obtenus dans leurs manipulations. Si l'on ajoute à cela les travaux d'atelier consacrés à la construction, à la réparation et à la pose ou mise en œuvre du matériel électrique courant, les visites d'usines et les stages dans celles-ci, stages qui ont pris d'année en année une plus grande importance, le lecteur conviendra que le temps est bien utilisé à l'Institut de Grenoble, et que l'élève y doit faire preuve de remarquables qualités d'assimilation et de puissance de travail. Ainsi compris, l'enseignement réalise un vœu cher à beaucoup de bons esprits, et dont M. Hanoteaux, dans une campagne de presse qui créa, il

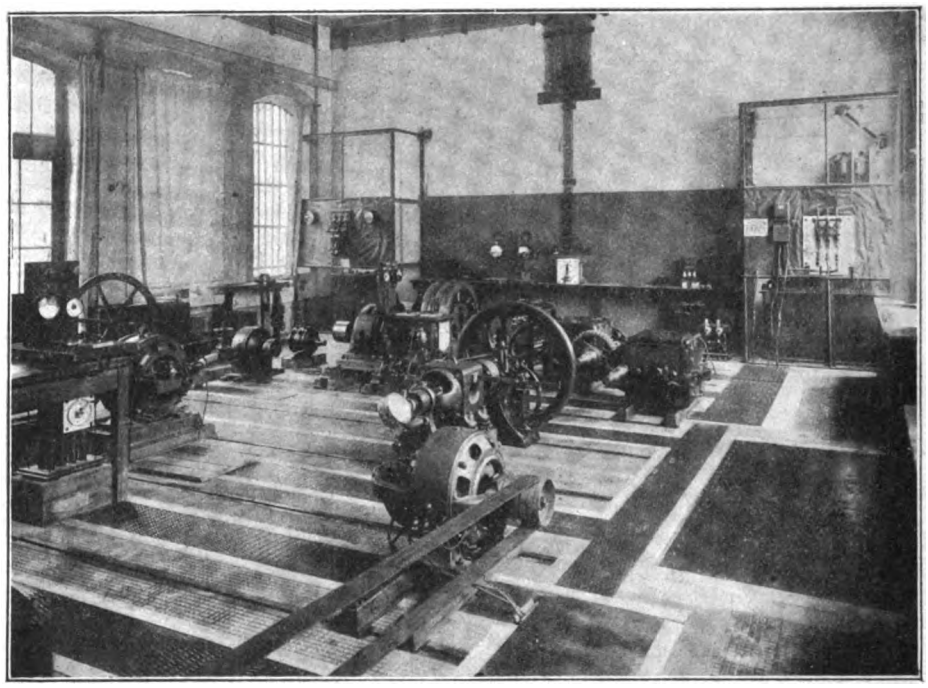


Fig. 2. — Essais de machines.

y a quelques années, une réelle émotion, s'est fait en particulier l'éloquent interprète : l'étudiant jeune, les études courtes, le savoir pratique et immédiatement utilisable.

D'aucuns trouveront peut-être qu'un programme de connaissances aussi variées doit plutôt être considéré comme le fruit d'une certaine incoordination dans l'enseignement donné à l'Institut. En réalité, cet enseignement est imposé par les circonstances mêmes. Les élèves de l'Institut, dont le placement n'est pas seulement régional, loin de là, doivent en effet satisfaire à des exigences multiples. Ce sont, du moins nous nous efforçons d'en faire, des maîtres Jacques, des hommes de premier secours. Ils doivent se pénétrer de cette idée qu'ils seront souvent seuls, même à leurs débuts, et qu'ils ne pourront compter que sur eux-mêmes. Refaire un boulon qui vient de sauter, établir un avant-projet de ligne électrique, modifier les enroulements d'une dynamo, dresser le devis d'un terrassement, d'un canal d'amenée, analyser une matière première ou fabriquée, se transformer provisoirement en comptable ou en dessinateur, telles sont, entre beaucoup d'autres, quelques-unes des épreuves qui attendent les anciens élèves de l'Institut dans le début de leur carrière industrielle.

Les services rendus par ces jeunes gens dans les usines locales invitèrent un certain nombre d'industriels à demander à l'Institut de leur constituer, en dehors de ce personnel supérieur, une pépinière de conducteurs et de monteurs électriciens, pourvus d'une bonne instruction électrotechnique élémentaire, mais d'un degré naturellement beaucoup moins élevé.

Enfin, nous avons été amenés à créer pour les anciens élèves des grandes écoles françaises et étrangères un

Digitized by Google

enseignement spécial de l'électricité industrielle d'une durée d'une année. Les élèves de cette section sont judicieusement choisis sur titres à l'entrée, et il est vérifié qu'ils ont acquis, par ailleurs, les connaissances de mécanique appliquée, de physique, chimie et dessin industriel que nous conférons à nos élèves de l'enseignement supérieur normal.

Le grand nombre des candidats aux concours d'admission témoigne assez que nos portes ne s'ouvrent pas indistinctement aux bons et mauvais éléments. Nous exerçons un contrôle très sévère sur l'entrée, et encore plus sur la sortie de nos élèves. C'est un devoir pour nous d'autant plus pressant, que, grâce à la sévérité de nos études et au sérieux de nos examens, notre mode de formation pratique des futurs ingénieurs et contremaîtres qui passent par nos mains continue à rencontrer une sympathie grandissante parmi les Sociétés qui utilisent les services de nos anciens élèves. Il serait puéril de dissimuler le succès que rencontrent nos élèves dans les carrières industrielles, et notamment le cas que l'on fait généralement des qualités de forme que nous cherchons à obtenir d'eux, au prix même de moyens parfois un peu sévères. Ces qualités de forme, à savoir : dessin soigné, orthographe irréprochable, clarté dans l'exposition et netteté dans le style, précision dans les termes, équilibre dans les diverses parties du travail, sont d'une importance extrême, et chaque année, au sortir des écoles, beaucoup trop de jeunes ingénieurs, qui ont traité de quantités négligeables ces dons, naturels chez certains, acquis chez beaucoup d'autres, font la triste expérience des déboires

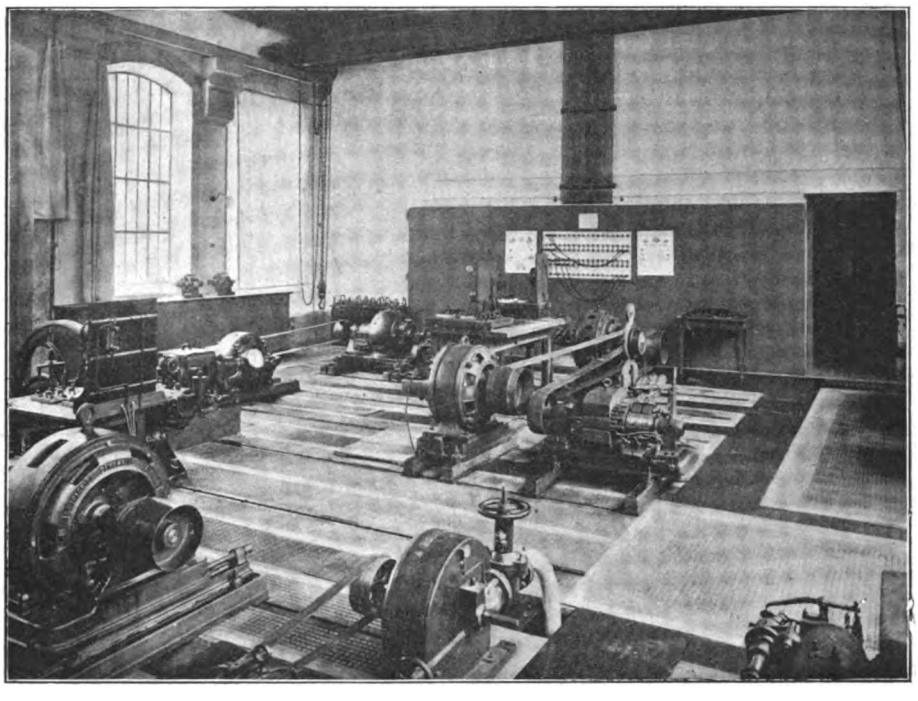


Fig. 3. — Groupes de service.

que peut entraîner leur absence. Les débuts dans la carrière de l'industrie constituent bien souvent le discrimen de toute une vie. C'est notre devoir d'éviter à ceux qui se confient à nous les inéluctables échecs à tous aspirants praticiens qui ne se présentent pas, dans la lice industrielle, avec une armure capable de supporter l'épreuve des premiers coups.

Les quelques chiffres ci-dessous, extraits des rapports administratifs annuels du directeur de l'Institut, permettront d'apprécier le développement si rapide de cet établissement.

En 1901, l'Institut comprenait 1 directeur, en même temps professeur de physique à la Faculté des sciences et à l'École de médecine, 1 préparateur et 1 garçon qui partageaient, du reste, leur temps entre les services de physique générale et d'électricité industrielle. Aujourd'hui, le cadre supérieur et auxiliaire de l'enseignement de l'Institut comporte, en outre des professeurs de la Faculté des sciences chargés de cours à l'Institut, 1 directeur et 1 sous-directeur, professeurs d'électricité, de mécanique et de physique industrielles, 1 chef de laboratoire professeur de dessin, 1 professeur spécial de chimie industrielle, d'électrochimie et d'électrométallurgie, 1 ingénieur hydraulicien et 1 ingénieur électricien chargés de conférences, 1 chef d'atelier chargé de l'enseignement des travaux manuels, 3 anciens élèves assistants pour l'enseignement, 2 mécaniciens-électriciens, 1 garçon de laboratoire, 1 garçon auxiliaire, 3 apprentis mécaniciens-électriciens et 1 concierge, soit en tout et au minimum, volontaires non compris, un total de 18 fonctionnaires ou agents.

En 1902-1903, nos élèves étaient au nombre de 11,

Digitized by Google

dont seulement 4 de première année. L'étendue de leurs connaissances à l'entrée correspondait à peu près au programme de mathématiques élémentaires. Nous venons de dire que ce nombre dépassait, aujourd'hui, 140, pour toutes les catégories. Le niveau de nos examens d'admission correspond maintenant, pour la section d'élèves ingénieurs, à ceux de l'École centrale de Paris et de l'École des mines de Saint-Étienne, supposant l'une et l'autre la connaissance approfondie des mathématiques supérieures.

En 1901, le budget propre de l'Institut naissait à peine, même n'existait théoriquement pas. Il a été réellement

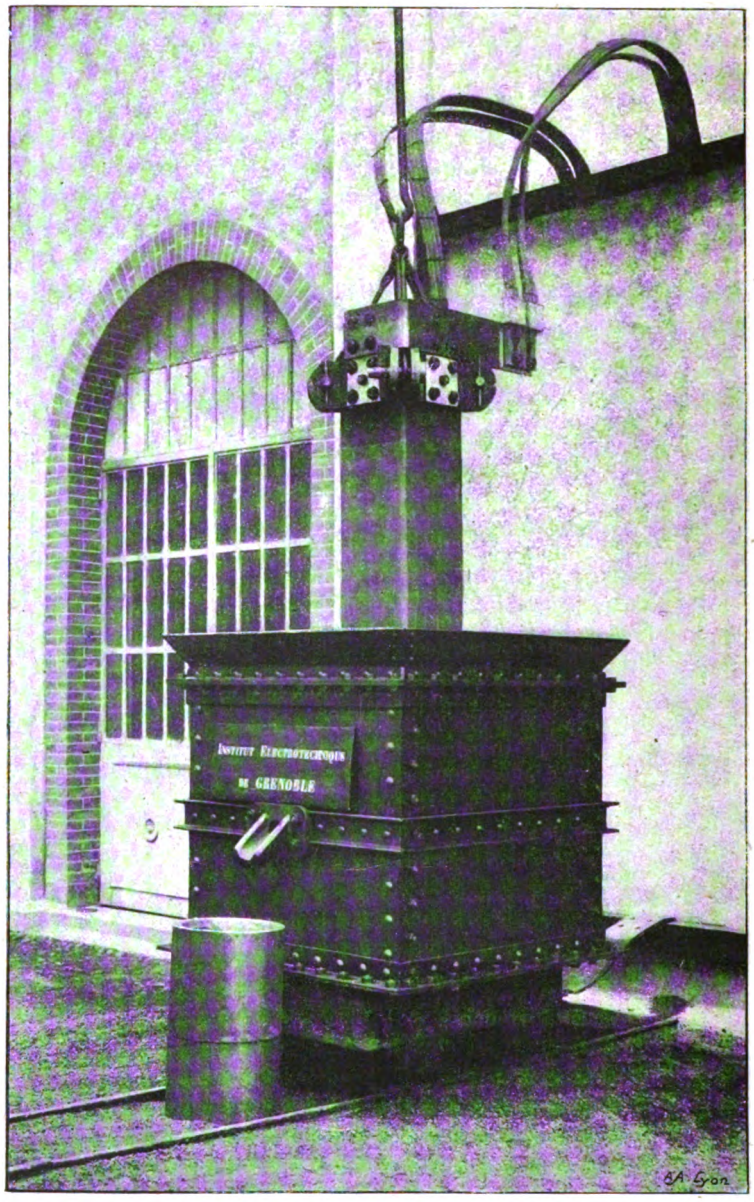



Fig. 4. — Four électrique d'études.

constitué en novembre 1904, par décision ministérielle, et atteint aujourd'hui, traitement des professeurs non compris, et avec les plus-values de fin d'exercice, environ 75 à 80 000 fr.

La puissance dont nous disposions, en 1901, était essentiellement constituée par un moteur à gaz de 5 poncelets, donnant moins d'un poncelet utile après les transmissions, et par une distribution électrique empruntée au réseau urbain, pouvant fournir au maximum 50 ampères. Notre matériel-machines dépasse aujourd'hui une puissance globale de 400 kw, électrique, à vapeur ou à gaz (transformateurs compris), puissance à laquelle il faut joindre une réserve d'une centaine de poncelets-heures disponible dans nos batteries. Dans ce chiffre, ne sont pas comprises les unités motrices de la station d'application de la rue Diderot, dont la puissance, une fois complète, atteindra 150 poncelets.

En effet, devant la nécessité, de jour en jour plus im-

Digitized by Google

périeuse, qui se présentait à nous de donner à nos élèves une instruction pratique immédiatement calquée sur les besoins actuels de l'industrie, nous avons pu, grâce au bienveillant et généreux concours de la ville de Grenoble, affecter à l'usage de notre enseignement une vaste usine dotée d'une puissance de 450 poncelets hydrauliques et à vapeur, usine directement rattachée à titre d'annexe à notre Institut.

Les qualités spéciales que sont destinés à acquérir nos élèves, par le maniement de groupes électrogènes de 75 à 110 poncelets chacun, sont tellement importantes pour l'exercice de leur future profession, que nous avons accepté très volontiers les lourds sacrifices que nous impose le service de cet annexe.

Le développement extraordinaire de l'Institut électrotechnique a rapidement rendu sa situation, dans les locaux actuels, absolument intenable, malgré plusieurs agrandissements successifs. Il était menacé du très grave danger de ne pas pouvoir, faute de place, assurer même le développement nécessaire au bon fonctionnement des installations de l'enseignement actuel et, bien plus, il lui était interdit de renoncer à toute extension du nombre de ses élèves. Chose plus douloureuse encore, un certain nombre de créations d'ordre industriel et scientifique étaient destinées à rester lettre morte, pour cette unique et lamentable raison du manque de place.

Telle était la situation de l'Institut, au printemps de 1907, quand M. Brenier, président de la Chambre de commerce de Grenoble, président honoraire de la Société pour le développement de l'enseignement technique près notre Université, fit don à la ville de Grenoble d'une superficie de terrain considérable, situé au cœur de la cité, terrain dont la presse locale évalua la valeur à 600 000 fr, à charge pour la ville de s'entendre avec l'Université pour la construction d'un nouvel Institut électrotechnique, sur les emplacements si généreusement mis à la disposition de celui-ci.

Cette magnifique solution apportée à une crise de croissance des plus redoutables, en même temps qu'elle fixait définitivement l'avenir de notre Institut, permit dès lors à un certain nombre de projets et créations, jusque-là irréalisables, dont était saisi l'Institut, d'aboutir très vite. Ces créations sont nombreuses. Citons, particulièrement, les suivantes, qui sont déjà ou en cours d'exécution, ou complètement terminées, et correspondent à des besoins industriels plus particulièrement immédiats.

I. *Une station d'essais électrochimiques et électrométallurgiques en grand*, permettant au chercheur, à la Société d'études, au futur exploitant d'un brevet, de se rendre un compte exact de la valeur du procédé à l'étude, ce que ne lui permet pas de faire un timide essai de laboratoire exécuté avec une énergie restreinte sur une minime quantité de matière. Cette station d'essais a fait l'objet d'études suivies de la part de l'Institut et elle est à la veille, malgré des difficultés nombreuses, d'acquérir sa constitution définitive. Nous disposerons alors d'un très gros matériel d'essai, dont la partie la plus importante sera constituée par un groupe transformateur de trois machines triphasé-monophasé-continu de 220 kilowatts, et un four d'études de 150.

II. *Un laboratoire d'essais hydrauliques, en particulier destiné à mesurer le rendement des turbines.* — C'est là un des problèmes des plus délicats qui se posent à l'ingénieur, car il suppose la réalisation d'un certain nombre de conditions théoriques et pratiques des plus difficiles à rencontrer. Grenoble, pour un ensemble de raisons techniques indiscutables, abondance de forces motrices hydrauliques et électriques, proximité d'installations hydrauliques les plus nombreuses et les plus variées, etc., semble la ville d'élection d'une telle institution.

La Chambre syndicale des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent, a notamment, dans la séance du 6 juillet de l'Assemblée générale de Clermont-Ferrand (1907), émis le vœu suivant : « L'Assemblée, considérant l'intérêt qu'il y a pour des industriels propriétaires ou utilisateurs de forces hydrauliques à ce qu'une station d'essais de turbines soit créée auprès de l'Institut électrotechnique de Grenoble, décide qu'une démarche sera faite dans ce sens auprès du président de la Chambre de commerce de Grenoble et auprès des pouvoirs publics. »

Cette démarche a été notamment effectuée auprès de la Chambre de commerce de Grenoble qui a, dans sa séance du 21 août 1907, assuré M. le Président de la Chambre syndicale de l'appui moral et de l'entier concours de ses collègues pour l'étude rapide du projet en question.

Les études nécessitées par cette importante question, d'une extrême complexité technique, suivent néanmoins leur cours d'une façon absolument satisfaisante.

Tels sont, rapidement esquissés, le passé, le présent et l'avenir de l'Institut électrotechnique, en tant qu'école d'enseignement supérieur des sciences appliquées. Son histoire est courte, sans doute, mais c'est celle du développement des industries hydro-électriques de nos montagnes, et c'est, en résumé, toute celle de la Houille blanche.

Dans sa liaison étroite avec l'industrie réside la principale cause du succès de l'Institut. Il a su, du reste, toujours rester adapté à son cadre et à son milieu, si riches eux-mêmes en féconds enseignements. Ce merveilleux pays du Dauphiné et de la Savoie ne constitue-t-il pas une école vivante pour l'ingénieur? A des distances réduites de notre Université fonctionnent de nombreuses et importantes usines affectées aux multiples applications industrielles. C'est là, pour cet Institut, un avantage incomparable. A lui de savoir profiter d'une situation aussi exceptionnelle en donnant satisfaction à ses légitimes aspirations de croissance et à son fiévreux désir de jouer sur la scène électrique le rôle dont il se sent capable.

L. Barbillion.

Digitized by Google

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 17 août 1908.*

**Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique.** — Note de M. J. Violle. — Une très intéressante observation vient d'être faite par M. Fagniez au château de la Bonde (Vaucluse). Le 26 juin dernier vers 5h 30m du soir, la région où il réside une partie de l'année a été victime d'un orage de grêle dans des conditions particulièrement intéressantes :

« L'orage a sévi sur une longueur de 14 km environ et sur une largeur approximative de 2 km. Or on a remarqué que sa direction a correspondu à une ligne d'énergie électrique qui fonctionne depuis moins d'un an et où le courant, triphasé, circule sous une tension atteignant 45 000 volts. Le tracé de cette ligne est assez sinueux parce qu'il n'a pu être établi qu'avec l'autorisation des propriétaires. Il est à peu près parallèle à une chaîne de montagnes de 1000 à 1100 m de hauteur, nommée le *Lubéron*, qui jusqu'à présent passait pour attirer la grêle. La ligne elle-même est à une altitude comprise, pour la région, entre 200 et 400 m. Elle est distante du Lubéron de 3 à 4 km vers le Sud. De cette chaîne partent un certain nombre de vallées assez étroites que la ligne coupe perpendiculairement en gravissant les coteaux qui les limitent. On a observé que l'orage de grêle rencontrant, à son début, une de ces vallées qui le conduisait vers le Lubéron, terme habituel des orages, s'y est d'abord engagé, puisqu'il a franchi l'enceinte de cette vallée sur un point où elle s'abaisse, pour reprendre le parcours de la ligne électrique, qu'il n'avait pas d'ailleurs complètement quitté, et le suivre dès lors dans tous ses détours jusqu'à la fin de sa durée. Il a donc commencé exactement sur la ligne et il y est définitivement revenu.

« Les dégâts les plus importants se sont produits dans le voisinage immédiat de la ligne pour décroître à mesure qu'on s'en éloigne à droite et à gauche et pour cesser à 800 ou 1000 m de chaque côté. Au centre de la zone frappée, dans le tracé et suivant les contours des câbles électriques, la grêle est tombée sans pluie pendant près d'un quart d'heure, tandis que des deux côtés elle était accompagnée d'eau.

« Dans la région, les orages viennent généralement dans un sens opposé à celui que le dernier a suivi et sans amener de grêle.

« Les observations précédentes donnent à penser que, par suite de l'action du courant, l'orage a pu être attiré et dirigé d'une certaine façon. »

La question soulevée par M. Fagniez est double : 1° la ligne d'énergie a-t-elle attiré l'orage? 2° l'a-t-elle conduit?

Le deuxième point semble mis hors de doute. Sur le premier on ne saurait guère qu'émettre des conjectures. Si, en effet, l'usage des lignes télégraphiques a montré depuis longtemps que des conducteurs aériens peuvent amener l'électricité des orages jusqu'aux appareils mêmes, les lignes qui transportent l'énergie à haute tension et dont l'emploi ne remonte qu'à quelques années n'ont pas été, que nous sachions, plus particulièrement touchées par la foudre. Il est d'ailleurs bien établi que ces lignes ne constituent par elles-mêmes aucun danger pour les objets qui ne sont pas situés dans leur voisinage immédiat (1). Faut-il conclure de là qu'elles ne peuvent en aucun cas agir sur un nuage de grêle? Nous ne le pensons pas. Entre le nuage et la ligne s'établit un champ électrique essentiellement variable, signalé par des effluves puissants. Et l'on conçoit qu'en un tel champ puissent se produire des actions à longue distance, comme des changements de potentiel capables de provoquer des chutes de grêle.

Notons encore une circonstance curieuse et bien instructive de l'orage qui nous occupe :

« Un des propriétaires de la région où a commencé l'orage, placé à 400 m de la ligne, a remarqué dans le voisinage de celle-ci trois boules grosses deux fois comme une tête d'homme, qui sont restées un moment en suspension, et dont l'explosion a été suivie immédiatement par la chute de grêle ».

Toutes ces choses se tiennent.

Nous devons souhaiter que la précieuse observation de M. Fagniez, établie avec tant de soin, en suscite d'autres également capables de nous faire pénétrer plus à fond ces phénomènes d'un si vif intérêt.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1897, p. 1211.

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. — E. S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* Marillier *et* Robelet, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

587 905 et 587 906. — **Pieper.** — *Dispositif de réglage du combustible dans les groupes électrogènes mixtes* (7 mars 1908).

588 911. — **Bleeck.** — *Pile à deux liquides* (10 mars 1908).

8974/364 178. — **Couade.** — *Servomoteurs électriques* (25 février 1908).

587 988. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Système de machines d'équilibre pour distribution à courant à plusieurs fils* (10 mars 1908).

588 002. — **Meunier.** — *Cordon conducteur souple* (10 mars 1908).

588 028. — **Grassot.** — *Wattheuremètre* (10 mars 1908).

8955/375 525. — **Balachowski et Caire.** — *Moyen de régulation appliqué aux machines électriques* (15 mai 1908).

8983/372 617. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux parafoudres* (27 février 1908).

587 841. — **Société dite : Langbein-Pfanhauser-Werke Aktiengesellschaft.** — *Dispositif servant au placage galvanique de fils et lames métalliques* (5 mars 1908).

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

62 684. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 403. 10 Octobre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |

# STATISTIQUE

DES

# STATIONS CENTRALES

DE

# DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

## Existant en France et aux Colonies en 1908

ONZIÈME ÉDITION



Digitized by Google

Digitized by Google

# STATISTIQUE DES STATIONS CENTRALES

DE

# DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

ÉTABLIES EN FRANCE ET AUX COLONIES AU 1er JANVIER 1908

(11e *édition*).

---

## AVERTISSEMENT

Il y a quatre ans, au moment de la publication de la 10e édition de notre Statistique des stations centrales, nous appelions l'attention de nos lecteurs sur l'apparition des grands réseaux de distribution allant puiser au loin, dans la houille blanche des montagnes, l'énergie nécessaire à leur activité. Depuis cette époque, non seulement ils n'ont cessé de s'étendre, mais il s'en est créé de nouveaux, bien plus vastes encore, mettant en jeu des puissances considérables.

Pour arriver à distribuer facilement l'énergie sur d'aussi vastes étendues (ces réseaux couvrant plusieurs départements), il a fallu augmenter la tension. Tandis qu'en 1905 les tensions de 25 000 et 50 000 volts étaient considérées comme remarquables, nous trouvons aujourd'hui sur le littoral méditerranéen plusieurs lignes, en particulier celles desservies par l'usine de la Brillanne près de Manosque (Basses-Alpes), qui distribuent à Marseille et à Arles, soit à plus de 100 km de leur point d'origine, des courants triphasés à la tension de 50 000 et même de 53 000 volts. C'est dire que depuis 1905 l'industrie électrique a fait de réels progrès tant dans la construction des transformateurs et de l'appareillage pour ces très hautes tensions que pour la confection des isolateurs capables de résister à des tensions bien supérieures à celles de régimes.

La sécurité du fonctionnement sur ces grands réseaux est aujourd'hui assurée par les améliorations importantes introduites par leurs exploitants pour combattre les coups de foudre et surtensions de quelque origine qu'elles soient. De plus, pour parer à tout manque de courant, chaque réseau recourt généralement à plusieurs usines soit hydrauliques, soit à vapeur, permettant ainsi une marche ininterrompue malgré les accidents devenus aujourd'hui de plus en plus rares, mais avec lesquels il faut cependant compter.

L'examen rapide de nos tableaux montre que, tandis que le nombre d'usines produisant du courant continu est supérieur à celui des usines à courants alternatifs, la plus grande puissance totale installée est représentée par les stations à courant alternatif. Ce fait découle des avantages incontestés des courants alternatifs qui permettent, grâce à leur facile transformation, de rayonner sur une grande étendue, au lieu qu'avec le courant continu on est conduit à multiplier les usines. Nous voyons également se maintenir la tension de distribution à 110 ou 120 volts chez l'abonné ; le nombre de réseaux à 200 volts est faible et se développe peu chez nous, contrairement à ce qui a lieu en Angleterre, par exemple. Nous ne devons pas nous en plaindre, au contraire, car depuis l'apparition des lampes à filament métallique, si économiques, les basses tensions redeviennent en faveur à cause de la difficulté où les constructeurs se trouvent de loger un très long filament dans l'ampoule.

Les fréquences des courants alternatifs s'unifient également et le chiffre de 50 périodes par seconde forme aujourd'hui la base de presque toutes les installations. Nous voyons enfin les abonnements au compteur se multiplier de plus en plus ; cela paraît tenir à ce que les perfectionnements incessants apportés à la fabrication de ces appareils ont permis d'en réduire le prix, ce qui a contribué pour beaucoup à en répandre l'emploi.

Les prix de l'énergie sont très variables ; pour l'éclairage, ils varient entre 0,50 fr le kw-h et 1 fr à 1,20 fr. Pour la force motrice, ce prix descend à 0,30 fr et même moins dans certaines installations importantes.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier ici tous les industriels et collaborateurs qui ont bien voulu nous fournir les renseignements de toutes sortes dont cette statistique est remplie, ce qui nous a permis de mener à bien cet important travail. Quelques lacunes restent encore, mais nous espérons arriver à les combler, malgré la très grande difficulté qu'il y a à obtenir des données complètes sur chaque station.

A. Soulier.

---

Digitized by Google

# STATIONS CENTRALES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ÉTABLIES EN FRANCE AU 1er JANVIER 1908.

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ain.** | | | | | | | | | | | | |
| Bellegarde-s.-Valserine. | 2 274 | *Société des Forces hydrauliques du Rhône.* | Févr. 1884. | Public et part. | Turbines. | 14 500 | Alt. triph. Brown-Boveri. Alt. Schneider | A. | Alt. 2400 v. | Transf. Brown-Boveri et Alioth. | Néant. | Alimente Apremont, Oyonnax, Saint-Germain-de-Joux, Neyrolle. |
| Lagnieu | 1 900 | *Compagnie anonyme locale* | Mai 1885. | Public et part. | Vap. Corliss. | 55 | Edison | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | Néant. | 2-2,5-4 fr l.-mois 5-8-16 b. |
| Culoz | 1 233 | *P. Carrier.* | Avril 1888. | Public et part. | Turbines. | 180 | Bovy, Thury-Schneider | A. | Cont. 230 v. | 3 fils, 115 v. | Néant. | 50-80 fr l.-an 10-16 b. |
| Tenay | 3 762 | *Rive* | Juin 1888. | Public et part. | Turbines. | 200 | Bovy, Thury-Schneider | A. | Cont. 150 v. | En dérivation. | Néant. | 36 fr carcel-année. |
| Nantua | 2 452 | *Union électrique.* | Juill. 1889. | Public et part. | Hydr. et vap. | 40 et 20 | Gramme sup. | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. | Néant. | 37,5 fr carcel-année. |
| Pont-de-Vaux | 2 542 | *Société anonyme locale.* | Févr. 1889. | Public et part. | 2 vap. | 120 | Amoudruz et Giraudier | A. | Cont. 150 v. | 3 fils. | Néant. | Publ. 60 fr l.-an 16 b. Part. Forfait. |
| Bourg | 13 949 | *Soc. d'électricité de Bourg.* | Sept. 1889. | Particuliers. | Vapeur. | 230 | Bovy. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | 32 | Compteur, 1,20 fr le kw-h. |
| Oyonnax | 4 304 | *Comp. lyonnaise d'électricité.* | Mars 1890. | Public et part. | 2 turb. de 300. | 600 | Thury, Labour | A. | Cont. et triph. | 3 fils 230 v. Accum. Tudor. Transf. Labour. | Néant. | 60 fr l.-an 16 b. Concess. 60 ans. |
| Seyssel | 975 | *Municipalité.* | Nov. 1890. | Public et part. | Roue hydraul. | 12 | Breguet, compound. | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | |
| Dortan | 848 | *Union électrique.* | » | Public et part. | Turb. Hercule. | 30 | Alioth et Creil | A. | Alt. 50 p:s. | 3 fils 2 . 110 v. | » | 3-4 fr l.-mois 10-16 b. |
| Poncin | 738 | | | | | | | | | | | |
| Neuville-sur-Ain. | 542 | *E. Duchamp.* | Oct. 1894. | Public et part. | Hydraulique | 100 | Altern. Oerlikon de 87 kw | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. 2 fils avec transformateurs. | » | 18 fr lampe-an de 10 b. 30 fr lampe-an de 16 b. |
| Saint-Jean-le-Vieux. | 1 404 | | | | | | | | | | | |
| Meximieux | 1 542 | *Cie d'Éclairage électrique.* | Sept. 1896. | Public et part. | Gaz pauvre. | 2 de 25 | Gramme | A. | Continus. | 3 fils. | » | 45-55 fr l.-an de 16 bougies. Moteurs 500 fr par cheval-an (11 heures de travail par jour). |
| Sathonay | 2 781 | *A. Pérignon.* | » | » | Us. de Miribel. | » | » | » | Alt. 50 p:s. 5200 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Thoissey | 1 238 | *Léon Terrier* | 1899. | Public et part. | Vapeur et gaz pauvre. | 80 | 2 Labour. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. acc. Tudor. | » | 0,60 fr le kw-h. |
| Saint-Rambert-en-Bugey. | 1 311 | *Société Bourgey et Cie.* | 1895. | Public et part. | 2 turb. de 60 1 gaz pauvre. | 150 | Oerlikon et Thury. | A. | Alt. et cont. | 2000 v. transf. | » | Forfait et compteur. 0,60 fr le kw-h. |
| Oussiat | 202 | *Bonnet et Cie.* | » | » | » | 300 | Alt. triph. Alioth | » | Triph. 50 p:s. 2100 v. | Transf. 120 v. | » | Alimente Jujurieux, Pont-d'Ain, Priay, Varambon. |
| Virieu-le-Grand. | 1 100 | » | » | » | » | 10 | 2 Alioth de 4 kw | A. | Cont. 110 v. | » | » | |
| Rillieux-le-Pape | 1 414 | *Pérignon* | Mai 1900. | Public et part. | Vapeur. | 120 | Alt. Oerlikon. | A. | Alt. 60 p:s. | Transformateurs. | » | |
| Montmerle | 1 402 | *Delafond et Cie.* | 1899. | Public et part. | Hydraulique. | 300 | Brown-Boveri | A. | Alt. 50 p:s. | Transformateurs. | » | Usine des Ardillats (Rhône). |
| Arbent | 773 | *Union électrique.* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Chézery | 256 | *Grosfilliers* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Coligny | 1 099 | *Gautheron.* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Ferney-Voltaire | 915 | *Stutzmann.* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Jujurieux | 2 737 | *Bonnet et Cie.* | » | » | Us. d'Oussiat. | » | » | » | » | » | » | |
| Miribel | 2 050 | *A. Pérignon.* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Alt. 50 p:s. 5200 v. | 120 v. | » | Alimente Crépieux, Pillieux, Sathonay. |
| Pont-de-Veyle | 1 152 | *Dauvergne.* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Alt. 42 p:s. | 2000/150 v. | » | |
| Divonne-les-Bains | 1 624 | *Soc. électrique Ch. Détraz.* | Déc. 1901. | Public et part. | 2 turb. Picard de 50. | 100 | 2 Bousser | A. | Cont. 210 v. | 3 fils, 2 . 210 v. | » | 30 fr lampe-an. 1 fr le kw-h. |
| Saint-Denis-en-Bugey | 870 | *P. Faurion* | 1905. | Public et part. | Vapeur. | 15 | 1 Belfort | A. | Cont. 150 v. | En dérivation. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gex | 2 750 | *Société gessienne d'électricité* | » | — | — | » | Alt. 50 p:s. 15000 v. | A. | Alt. 125 v. | 3 fils, 125 v. | » | Vesenex-Crassy, Vesenney. |
| Vonnas | 1 629 | *Seignevet* | » | — | — | » | Triph. 50 p:s. 5000 v. | A. | Triph. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Artemare | 960 | *Trouchon* | » | » | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Bourg-en-Bresse | 18 800 | *Bonneton* | » | » | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2 · 110 v. | » | |
| Chatillon-de-Michaille | 970 | *Duchler et Pascal* | » | » | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Mézériat | 1 400 | *Poncet* | « | » | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sault-Brénaz | 850 | *Société grenobloise de force et lumière* | » | » | — | » | » | A. | Tr. 26000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Sous-station alimentant Bonés, St-Sorlin, Villebois. |
| Montrevel | 1 480 | *Mme Genly* | » | » | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| **Aisne.** | | | | | | | | | | | | |
| Braisne | 1 509 | *Waré* | 1895. | Public et part. | Vap. et hydr. | 50 | Henrion, compound. | A.S | Continus. | 2 fils 120 v. | Néant. | Compteur et forfait. 1 fr le kw-h. |
| Origny-en-Thiérache | 1 538 | *N. Fradiss* | 1897. | Public et part. | Turbine de 75. | 75 | Alt. triph. Grammont de 50 kw. | A. | Triph. 3600 v. 50 p:s. | Tranf. Grammont 110 v. | » | 0,70 fr le kw-h. |
| Soissons | 9 715 | *Société des Usines à gaz du Nord et de l'Est* | 1899. | Particuliers. | 2 gaz Niel de 33. | 66 | 2 Sautter-Harlé. 1 survolteur | A.S. | Cont. 240 v. | 3 fils, 2 . 120 v. acc. Blot. | 23 | 0,80 fr le kw-h écl. 0,40 fr le kw-h mot. |
| Saint-Quentin | 44 912 | *Société Saint-Quentinoise d'éclairage* | 1895. | Public. | 2 Otto de 70. | 140 | 2 Hillairet | S. | Continus. 2 . 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. Accum. Tudor. | 20 | 1,60 le kw-h. |
| Marle | 2 365 | *Municipalité* | 1901. | Public et part. | Hydraulique. | 20 | Postel-Vinay | A. | Continus. | 2 fils. | » | Distribution d'eau par pompes mues électriquement. |
| Brissy | 678 | *Philippe et Cie* | 1898. | Public et part. | Vapeur et turb. | 80 | Alt. Sautter-Harlé | A. | Triph. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Glaincourt, Brissay, Mézières, Moy, Vandeuil. |
| Monceau-sur-Oise | 251 | *Vinchon fils et Cie* | 1899. | Particuliers. | Vapeur et turb. | 80 | Alt. Sautter-Harlé | A. | Triphasés. | Transformateurs. | » | Compteur. |
| Moncornet | 1 557 | *Wateau* | 1899. | Particuliers. | Turbines. | 80 | Alt. Sautter-Harlé | A. | Triphasés. | Transformateurs. | » | Compteur. |
| Agnicourt et Séchelles | 485 | *Wateau et Cie* | » | » | Turb. et vap. | 100 | 2 alt. triph. | A. | Triph. 5000 v. | Transf. 110 v. | » | Alim. Bosmont, Chaource, Montcornet, Rennéval, Tavaux, Vigneux. |
| Coucy-le-Château | 684 | *Municipalité* | » | » | » | » | » | » | Continus. | 160 v. Accum. Tudor. | » | |
| Etréaupont | 1 006 | *Carpentier* | » | » | » | 30 | » | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | » | |
| Noyal | 366 | *G. Decaux* | 1898. | Public et part. | 2 turb. de 50. Vapeur Boulte. | 200 | 1 alt. Oerlikon. 1 alt. Grammont | A. | Triph. 3600 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | 1,70 fr la bougie-an. |
| Lesquielles-St-Germain | 1 508 | *Georges Decaux* | » | » | Usine de Noyal. | » | Usine de Noyal | » | Alt. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | 2,60 fr la bougie-an. |
| Longchamps | 427 | — | » | » | — | » | — | » | Alt. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | 3 fr la bougie-an. |
| Macquigny | 772 | — | » | » | — | » | — | » | Triph. 50 p:s. | » | » | 2,50 fr la bougie-an. |
| Mont-d'Origny | 1 079 | — | » | » | — | » | — | » | » | Transf. 110 v. | » | 2,80 fr la bougie-an. |
| Hauteville | 309 | — | » | » | — | » | — | » | Alt. simple. | Transf. 110 v. | » | 2,50 fr la bougie-an. |
| Bernot | 1 007 | — | » | » | — | » | — | » | Alt. simple. | Transf. 110 v. | » | 2,50 fr la bougie-an. |
| Origny-Sainte-Benoîte | 2 419 | — | » | » | — | » | — | » | Triphasés. | Transf. 110 v. | » | 3 fr la bougie-an. |
| Vadencourt | 721 | *G. Decaux* | » | » | — | » | — | » | Alt. 50 p:s. | » | » | 2,50 fr la bougie-an. |
| Vailly | 1 546 | *Gilbert* | 1899. | Public et part. | 2 vap. de 80. | 160 | » | A. | Continus. | En dérivation. | » | |
| Agnicourt | 467 | *Valschmitt* | » | Hyd. | » | 100 | Alt. Belfort | » | Alt. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Voyenne | » | *Soc. anonyme électrique* | 1904. | Public et part. | Turbines. | 500 | 4 alt. Belfort | A. | Triphasés 3200 v. | Transf. Belfort. 120 v. | » | |
| Chéry-les-Rozoy | 254 | *Jennepin* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | 120 v. | » | Alimente Rozoy-sur-Serre. |
| Erlon | 426 | *Soc. anonyme de Voyenne.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 32 00 v. | 120 v. | » | |







Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR $M^3$. | OSBERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Essones | 1 550 | *Unselt* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p : s. 1000 v. | 110 v. | » | |
| Marcy-sous-Marle | 275 | *Soc. anonyme de Voyenne.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 5200 v. | 120 v. | » | |
| Sainte-Geneviève | 109 | *Saudron* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 220 v. | » | |
| Burelles | 366 | *Caille et Lelièvre* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Dercy | 761 | *Saudron* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 220 v. | » | |
| Franqueville | 219 | *Sandra* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Jaulgonne | 527 | *Mijois et Cie* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Leuze | 320 | *Splingart* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Tergnier | 4 084 | *Société anonyme locale* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Torcy | 117 | *Municipalité* | » | — | Mot. à pétrole. | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Évergnicourt | 460 | | | | Hydraulique. | | | | | | | |
| Guignicourt | 680 | *Monin et Ringuier* | » | — | Usine | » | » | A. | Triph. 5000 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Neufchatel-sur-Aisne | 657 | | | | de Pontgivart | | | | 50 p : s. | | | |
| Orainville | 240 | | | | (Marne). | | | | | | | |
| **Allier.** | | | | | | | | | | | | |
| Montluçon | 29 215 | *Société hydro-électrique du Cher* / *Compagnie du gaz de Montluçon* | Oct. 1888. | Public et part. | Usines hydr. Turb. à vapeur. | 200 | Brown-Boveri. | A.S. | Triph. 50 p : s. 10 000 v. Cont. 280 v. | Transf. 110 v. Accumulateurs. | 30 | Alimenté par les usines du Teillet et de Sauviat. 5,25 fr l.-mois 16 b |
| Chantelle | 1 928 | *Laurent père et fils* | Juill. 1889. | — | Vap. Belfort. | 20 | Belfort | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | 40 fr carcel-année. |
| Moulins | 19 037 | *Société anonyme locale* | Janv. 1892. | Particuliers. | Vapeur. | 260 | Edison-Belfort | A. | Alt. 2400 v. | Transf. 110 v. | 23,5 | 1 fr le kw-h. |
| Vichy-Cusset | 10 870 | *Compagnie du gaz de Vichy-Cusset* | Avril 1894 | Public et part. | Hydraulique. | » | Convertisseurs triph. 5000 v, cont. 240 v. | S. | Cont. 240 v. | 3 fils, acc. Tudor. | 40 | Alimenté par l'usine de Sauviat. |
| Dompierre-sur-Besbre | 3 304 | *Bovdeville* | » | » | » | » | » | » | Continus. | 150 v. | » | |
| Lurcy-Lévy | 3 551 | *C. Péronneau* | » | » | Vapeur. | » | » | » | — | 2 fils, 120 v. | » | |
| Marcillat | 2 075 | *St. Dupuis* | » | » | » | » | » | » | — | 2 fils, 150 v. | » | |
| Varennes-sur-Allier | 3 200 | *Municipalité* | 1903. | Public et part. | 3 mot Lyon. 3 gazog. Rex à gaz pauvre. | 240 | 3 Française électr. 80 kw. | A. | Cont. 3 fils, 220 v. | 3 fils. Accum. Tudor. | » | 0,70 fr le kw-h. Distribue la force motrice. |
| Argenty | 271 | *Société des forces hydro-électriques du Cher* | 1907. | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 10 000 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Arfeuilles | 3 271 | *Duvergier* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Chavroches | 870 | » | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Ébreuil | 2 118 | » | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 3000 v. | 120 v. | » | |
| Saint-Désiré | 1 291 | *Chamfort* | » | — | » | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 80 v. | » | |
| Trézelles | 817 | *Maurel* | » | — | » | » | » | A. | — | 2 fils, 80 v. | » | |
| Vaumas | 1 206 | *Thuraud* | » | — | » | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. | » | |
| **Alpes (Basses-).** | | | | | | | | | | | | |
| Barcelonnette | 1 993 | *Reynaud et Berlie* | 1897. | » | Turbines. | 60 | 2 Labour. | A. | Continus. | 3 fils, 115 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moustier-Sainte-Marie. . | 651 | *Pelloquin et Achard frères.* | Mars 1895. | Public et part. | Turb. Hercule. | 12 | Hillairet et Postel-Vinay . . . . . | A. | Continus. | 2 fils en boucle. | » | 36 fr lampe-an de 16 b. |
| Annot. . . . . | 1 015 | *A. Roux* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Digne. . . . . | 7 258 | *Soc. électrique de Digne.* . | 1904. | Public et part. | Turbines. | 650 | Alt. Labour. . . . . | A. | Alt. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| Forcalquier. . . . . | 3 018 | » | 1903. | — | Turbine. | 75 | Alt. Creil-Schuckert. 50 p:s. . . . . | A. | Alt. simple. 50 p:s. 12 000 v. | Transf. 110 v. | » | |
| La Condamine . . . . . | 1 245 | *Garcin et Cie* . . . . . | 1907. | — | 2 turbines. | 400 | Alt. Schneider . . . 2 alt. Creil-Schuckert 50 p:s. . . . . | A. | Triphasés. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. Schneider. | » | |
| Gréoux . . . . . | 1 092 | *Baille* . . . . . | » | » | » | » | Alt. simple. . . . . | A. | Alt. 50 p:s. 3000 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Le Lauzet. . . . . | 653 | *M. Combe* . . . . . | 1904. | Public et part. | Turbines. | 35 | Alt. Grammont . . . | A. | Triphasés. 3000 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Chanolles. . . . . | 30 | *Soc. électrique de Digne* . | 1907. | » | — | » | » | » | Alt. 50 p:s. 10 000 v. | Transf. 110 v et 190 v. | » | Usine fournissant l'énergie à Digne. |
| La Brillanne. . . . . | 410 | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . . | 1907. | Public et part. | — | 14 000 | Alt. Th.-Houston . . | A. | Triphasés. 50 000 v. | Transf. Thomson-Houston. | » | Fournit du courant à Marseille et au Sud électrique. |
| Oraison. . . . . | 1 944 | *Garcin et Cie* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 12 000 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Beauvezer. . . . . | 506 | *Trotabas* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Castellane . . . . . | 1 625 | *Giraud et Martel* . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 220 v. | » | |
| Colmars. . . . . | 715 | *Roux* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 120 v. | » | |
| Les Mus. . . . . | 1 024 | *Ch. Jugy* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 120 v. | » | |
| Noyers-s-Jabron . . . . | 708 | *Davin* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 115 v. | » | |
| Saint-André-les-Alpes. . | 654 | *Honnorat* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 100 v. | » | |
| Seyne-les-Alpes. . . . . | 1 715 | *Garcin* . . . . . | » | — | Turbines. | » | » | A. | — | 3 fils, 250 v. Accum. Tudor. | » | |
| Barrême. . . . . | 820 | *Ravel* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 2 fils, 120 v. | » | |
| **Alpes (Hautes-).** | | | | | | | | | | | | |
| Embrun. . . . . | 3 505 | *Mondet père et fils.* . . . | Déc. 1891. | Public et part. | 2 turb. Neyret. | 75 | Grammont syst. Mordey . . . . . | A. | Alt. 2400 v. 100 p:s. | Tr. Grammont. | Néant. | Forfait. |
| Briançon . . . . . | 1 321 | *Guitton. Bertolus.* . . . . | Nov. 1894. | Public et part. (Établ. milit.) | 2 turb. Piccard. | 400 | Altern. Oerlikon . . | A. | Alt. 65 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | Au compteur 0,60 fr le kw-h. |
| Laragne. . . . . | 1 127 | *P. Bertrand.* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 150 v. | » | |
| Guillestre. . . . . | 1 674 | *Chevrant et Epinat.* . . . | 1901. | » | » | 35 | Alt. Grammont . . . | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Monetier-les-Bains . . . | 2 052 | *M. Protat.* . . . . . | 1904, | Public et part. | » | 20 | Grammont . . . . . | A. | Cont. 150 v. | En dérivation. | » | |
| Eygliers . . . . . | 542 | *Épinat* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2400 v. | 110 v. | » | Alimente Guillestre et Montdauphin. |
| Saint-Firmin-en-Valgodemard et Gap. . . . | 1 065 | *Chabrand.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 10 000 v. | Transf. 110 v. | » | Alimente Saint-Bonnet, Chauffayer et La Fare. |
| Abriès . . . . . | 654 | *Martin* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Aspres-s-Buech. . . . . | 659 | *Gignoux* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. | 110 v. | » | |
| Chateauroux. . . . . | 1 489 | *Protat.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 150 v. | » | |
| La Grave-en-Oisans. . . | 1 015 | *Jullien* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Diph. 50 p:s. 2400 v. | 110 v. | » | |
| Ribiers. . . . . | 891 | *Bourg.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. | 110 v. | » | |
| Serres . . . . . | 1 244 | *Gauthier* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 165 v. | » | |
| Veynes . . . . . | 2 344 | *Boisseranc.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |

Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR MÈ. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alpes-Maritimes.** | | | | | | | | | | | | |
| Cannes. . . . . | 19 470 | *Société d'éclairage électrique.* . . . . . | Avril 1892. | Particuliers. | Moteurs Th.-Houston 10 000 volts. Turb. Neyret. Vapeur Biétrix. | 1600 500 400 600 | Groupes transf. Th.-Houston . . . . . | A. | Cont. 2.110 v. Alt. 2600 v. 50 p:s. Triph. 440 v. 25 p:s. | Transf. Labour. Doubl. transform. | 25 | Énergie fournie par la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen. |
| Saint-Martin-Vésubie . . | 1 720 | *Mosset* . . . . . | Déc. 1893. | Public et part. | Turbine. | 100 | 2 de 11 kw. . . . . Labour de 60 . . . . | A. | Continus. | En dériv. | Néant. | |
| Nice. . . . . | 93 760 | *Société anonyme du gaz et d'électricité* . . . . . | Févr. 1893. | Public et part. | Vap. Armingt. et Belfort. | 2000 | Belfort et groupes transf. Th-Houston. | S. | Triphasés. 10 000 v. Cont. 220 v. | Transformateurs. Th.-Houston. 3 fils, acc. Tudor. | 25 | Énergie fournie par la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen. |
| La Mescla. . . . . | » | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . . | 1900. | » | Hydraulique. | 1000 | Alt. Th.-Houston. . . | A. | Altern. triph. 10 000 v. | Triphasé. | » | Usine génératrice. |
| Menton. . . . . | 9 044 | *C. Nouvelle* . . . . . | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Le Plan-du-Var . . . . | » | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | » | Public et part. | Hydraulique. | 3000 | Alt. Th.-Houston. . . | A. | Alt. 10 000 v. | Transformateurs | » | Usine génératrice. |
| Monte-Carlo supérieur. . | 7 566 | *Société de Monte-Carlo supérieur.* . . . . . | 1900. | — | Hydr. et vap. | 450 | Labour et Thomson-Houston . . . . . | A. | Cont. 220 v. 3 fils. | En dérivation. | » | |
| La Turbie. . . . . | » | *Société de Monte-Carlo supérieur.* . . . . . | 1900. | — | Hydr. et vap. | 15 | Labour et Thomson-Houston . . . . . | A. | Alternatifs. 3 fils 220/110. 50 p:s. | Transformateurs. | » | Énergie fournie par la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen. |
| Cagnes . . . . . | 3 581 | *Lebouvier et Cie.* . . . . | 1902. | — | Hydraulique. | » | » | » | 5000 v. | Transf. triphasés. | » | |
| Saint-Laurent-du-Var. . | 1 530 | — . . . . . | 1902. | — | — | » | » | » | Alt. 5000 v. | — | » | |
| Saint-Paul. . . . . | 761 | — . . . . . | 1902. | — | » | » | » | » | — | — | » | |
| Biot. . . . . | 1 106 | *Pascal* . . . . . | 1902. | — | Hydraulique. | » | » | » | — | — | » | |
| Vence. . . . . | 3 124 | *Adrien Pascal.* . . . . . | 1897. | — | — | 40 | Oerlikon. . . . . | A. | Alt. 2000 v. | Transformateurs. | » | |
| Antibes. . . . . | 10 947 | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | 1904. | — | » | 300 | Usines de la Société. | A. | — | Transf. triphasés. | 25 | |
| Cabbé-Roquebrune . . . | 2 864 | *Société Sud-électrique* . . | 1904. | — | » | 200 | — | A. | Triph. 25 p:s. 10 000 v. | — | 25 | |
| Bar-sur-Loup. . . . . | 1 294 | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | 1902. | — | » | 30 | — | A. | Alt. simple. 2 fils, 2.110 v. 25 p:s. | Transformateurs. | » | |
| Villeneuve-Loubet . . . | 878 | — . . . | 1902. | — | » | 15 | — | A. | — | — | » | |
| Drap. . . . . | 701 | — . . . | 1902. | — | » | 15 | — | A. | — | — | » | |
| Trinité-Victor. . . . . | 1 538 | — . . . | 1902. | — | » | 15 | — | A. | — | — | » | Énergie provenant des usines hydro-électriques de la Société Énergie électrique du Littoral méditerranéen. |
| Contes . . . . . | 1 150 | — . . . | 1902. | — | » | 15 | — | A. | — | — | » | |
| Levens . . . . . | 1 310 | — . . . | 1901. | — | » | 25 | — | A. | — | — | » | |
| Saint-Martin-du-Var . . | 560 | — . . . | 1901. | — | » | 10 | — | A. | — | — | » | |
| La Roquette. . . . . | 363 | — . . . | 1901. | — | » | 5 | — | A. | — | — | » | |
| Bonson . . . . . | 393 | — . . . | 1904. | — | » | 10 | — | A. | — | — | » | |
| Gourdon . . . . . | 268 | — . . . | 1904. | — | » | 5 | — | A. | — | — | » | |
| Colomars . . . . . | 546 | — . . . | 1904. | — | » | 10 | — | A. | — | — | » | |
| Chateauneuf. . . . . | 556 | — . . . | 1904. | — | » | 10 | — | A. | — | — | » | |
| Vallauris. . . . . | 6 729 | — . . . | 1904. | » | » | 200 | — | A. | Triph. 440 v. 25 p:s. | — | 30 | Force motrice seulement. |
| — . . . . . | » | *M. Mallet et Cie* . . . . | 1907. | Particuliers. | » | 100 | — | A. | Triph. 120 v. 25 p:s. | — | 30 | |
| — . . . . . | » | — . . . | 1907. | — | » | 5000 | 4 alternateurs Thomson-Houston | A. | Triph. 4000 v. | Transf. Thomson | » | Usine génératrice. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Houston. . . . | | | | | neen. |
| Contes-les-Pins. . . . | 1 688 | *Société d'éclairage.* . . . | 1904. | Public et part. | Hydraulique. | 300 | Usines de la Société. | A. | Triphasés. 10 000 volts. Transf. à 440 volts. | Transf. Thomson-Houston. | » | Énergie provenant des usines du littoral. |
| Mandelieu. . . . . | » | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | 1905. | — | Hydr. et vapeur. | 20 | Usines de la Société. | A. | Triph. 2000 v. | Transformateurs. | » | |
| Mougins. . . . . | » | — . . | — | — | — | 20 | — | A. | Triph. 120 v. | — | » | |
| Valbonne . . . . . | » | — . . | — | — | — | 20 | — | A. | — | — | » | |
| Mouans-Sartoux . . . . | » | — . . | — | — | — | 20 | — | A. | — | — | » | |
| Pégomas. . . . . | » | — . | 1908. | — | — | 5 | — | A. | — | — | » | |
| Saint-Cézaire . . . . | » | — . . | » | — | — | » | — | A. | Triph. 220 v. | — | s | |
| Saint-Vallier . . . . | » | — . . | » | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Auribeau . . . . . | » | — . . | 1908. | — | — | 20 | — | A. | Triph. 2000 v. | — | » | Force motrice. |
| Peymeinade . . . . . | » | — . . | — | Public et part. | — | » | — | A. | » | » | » | |
| Gilette. . . . . | » | *Municipalité.* . . . . . | — | — | — | » | — | A. | » | » | » | |
| Monte-Carlo. . . . . | » | *Société Monégasque d'électricité* . . . . . | » | — | — | 1000 | Alt. et commutatrices Schneider . . . . | A. | Alt. et cont. | Transformateurs Schneider. | » | |
| Beaulieu . . . . . | 1 394 | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | » | — | » | » | — | A. | Triph 25 p:s. 5000 v. | 115 v. | » | Alimente Saint-Jean et Villefranche-sur-Mer. |
| Breil. . . . . | 2 728 | *Faraut* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | — | A. | Triph. 50 p:s. 10 000 v. | 220 v. | » | Usine alimentant Menton, Cannes, Le Cannet, Mougins. |
| Cap-Martin . . . . . | 35 | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | » | — | Vapeur. | » | — | A. | Triph. 25 p:s. 10 000 v. | 115 v. | » | |
| Cap-d'Ail . . . . . | 3 067 | *Compagnie électrique de la Méditerranée* . . . . | » | — | » | » | — | A. | Cont. 2.110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| La Siagne. . . . . | » | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen* . . | » | — | Hydraulique. | » | — | A. | Triph. 25 p:s. 11 000 v. | 115 v. | » | Usine de la Société. |
| Guillaumes . . . . . | 1 061 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | — | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| Isola. . . . . | 1 041 | *Mainart.* . . . . . | » | — | — | » | — | A. | — | 110 v. | » | |
| Puget-Théniers . . . . | 1 337 | *Faraut-Piccini* . . . . . | » | — | — | » | — | A. | — | 220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Saint-Étienne-de-Tinée . | 1 789 | *Gallean.* . . . . . | » | — | — | » | — | A. | — | 110 v. | » | |
| Sospel . . . . . | 3 570 | *Société des forces hydro-électriques de Sospel.* . | » | — | — | » | — | A. | Alt. 50 p:s. 5000 v. | 120 v. | » | |
| **Ardèche.** | | | | | | | | | | | | |
| Bourg-St-Andéol. . . . | 4 165 | *Soc. anonyme locale.* . . | Déc. 1888. | Public et part. | Vapeur. | 80 | 2 Belfort. . . . . | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | 48-60 fr l.-an 10-16 b. |
| Aubenas et Ucel. . . . | 8 224 | *Soc. électrique J. Perret* . | Oct. 1893. | Public et part. | 2 turbines. 1 vap. de 100. | 320 | 2 Grammont système Mordey, 37,5 kw . | A. | Alt. 2400 v. 100 p:s. | Transf. Mordey. et Labour. | 40 | 54 fr lampe-an 10 b. |
| Montpezat-sous-Bauzon . | 2 026 | *Roure et Prat* . . . . . | 1893. | Public et part. | Hydraulique. | 50 | Patin, 20 kw. . . . . | A. | Diph. 2000 v. 42 p:s. | Transf. Patin. | Néant. | Publ. 50 fr l.-an 16 b. Part. Forfaits suiv. durée. |
| Mayres . . . . . | 2 271 | *Tardieu.* . . . . . | 1893. | Particulier | Turbine. | 18 | Sautter-Harlé. . . | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | Néant. | |
| Joyeuse. . . . . | 1 900 | *Société locale* . . . . . | Nov. 1895. | Publ. et part. | Turbine. | 40 | 2 Gramme . . . . . | A. | Continus. | 3 fils, 110 v. | Néant. | Abonnem. à forfait 5 ans. 36 fr lampe-an 16 b. |
| Vals-les-Bains . . . . | 4 025 | *Et. Verny et Cie* . . . . | 1895. | Public et part. | 3 vap., 1 turb. | 260 | 1 Gramme . . . . . 1 Balas et Coufinhal. 1 Compagnie génér. Nancy. Jacquet et Thury-Schneider . | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. accumulateurs. | » | 1 fr le hw-k. |
| Les Vans . . . . . | 1 948 | *Vernet* . . . . . | 1899. | Public et part. | Vapeur et turb. | 30 | Alternat. Grammont, syst. Mordey . . . | A. | Alt. simple 2400 v. 100 p:s. | Transf. Mordey. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Largentière | 2 820 | *Castanet et Cie* | 1899. | Public et part. | Turb. Laurent. | 70 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 5000 v. | Transf. Brown-Boveri. | » | |
| Le Cheylard | 3 198 | *Saléon* | » | » | Turbines. | 60 | 2 Thury-Schneider | A. | Cont. 150 v. | 3 fils 2.150 v. | » | |
| Vallon | 2 575 | *F. Arifon* | 1902. | Public et part. | Turb. Lemaire et Dumont. | 100 | Grammont | A. | Cont. 440 v. | 3 fils 2.220 v. | » | |
| Annonay | 17 490 | *Société Grenobloise de force et de lumière* | 1903. | » | Usine d'Avignonnet. | » | Triph. 26000 v 50 p:s. | A. | Triphasés. | Transf. 110 v. | » | Localités alimentées par l'usine d'Avignonnet (Isère). |
| Andance | 1 000 | | | | | | | | | | | |
| Viviers | 3 400 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Peray | 2 605 | *Maljournal et Bourron* | 1904. | Public et part. | 1 vapeur. | 55 | Amondruz et Girau-dier | A. | Cont. 150 v. | 2 fils | » | |
| Labégude | 1 591 | *Société d'énergie électrique d'Aubenas* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alternatifs. 40 p:s. 2000 v. | 100 v. | » | Alimente Aubenas et Nieigles-Prades. |
| Marcols | 1 927 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Saint-Sauveur-de-Montagut | 1 241 | *Bourgeat* | » | — | — | » | » | A | Triph. 50 p:s. | 120 v. | » | |
| Burzet | 2 525 | *Bonnaure* | » | — | — | » | » | A. | Triph 50 p:s. | 120 v. | » | |
| Lamastre | 3 759 | *Menut* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. | 190 v. | » | |
| Les Ollières | 1 920 | *Fougeirol* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Pont-de-Labaume | 1 573 | *Rieu et Beaume* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. | » | |
| Le Pouzin | 2 252 | *Fauris* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 2 fils, 220 v. | » | |
| Saint-Julien-Boutières | 1 734 | *Rocher* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | Accum. Tudor. 2 fils, 230 v. | » | |
| Salavas | 555 | *Arifon* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 5600 v. | Transf. 110 v. | » | Alimente Ruoms, Vallon, Barjac. |
| **Ardennes.** | | | | | | | | | | | | |
| Rethel | 6 724 | *Compagnie des usines à gaz du Nord* | Mars 1889. | Particuliers. | Vap. mi-fixes. | 2 de 60 | de Ferranti. | A. | Alt. 2400 v. 82 p:s. | Transformateurs. | 30 | 0,04 fr carcel-heure. |
| Carignan | 2 244 | *Soc. anonyme locale* | 1893. | Public et part. | A gaz pauvre. | 60 | 3 Gram., 24, 9, 2 kw. | A. | Cont. 100 v. | 2 fils. Acc. Tudor. | Néant. | Éclair. à forfait ou 1,5 fr kw-h, force motr. 0,6 fr kw-h. |
| Nouzon | 6 603 | *A. Deplanque* | 1899. | Public et part. | 1 à gaz. | 30 | 1 Fab. Henrion. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | 27 | |
| Boutancourt | 560 | *Henny* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Château-Porcien | 1 267 | *Fossez-Brioux* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, | » | |
| Signy-l'Abbaye | 2 583 | *Chapuis, Beaujouan succ.* | 1896. | Public et part. | Turbine de 16. | 16 | Cont. type Manchester | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | Public 1400 fr pour 50 l. 10 b. Part. 48 fr l.-an 16 b. |
| Sedan | 16 472 | *Compagnie du gaz* | 1907. | Public et part. | Vapeur. | 560 | Alt. Belfort. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Belfort. 200 v. | » | |
| Charleville | 18 772 | *Compagnie des tramways électriques* | » | — | Vapeur et hydr. | » | » | » | Continus. | 550 v. | » | |
| Chatel-Chéhéry | 540 | *Génon* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 6000 v. | Transf. 120 v. | » | Cette usine alimente Apremont, Fléville, Saint-Juvin, Varennes-en-Argonne. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vouziers | 3 546 | *Simon* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Attigny | 1 723 | *Canon* | » | — | — | » | » | A. | — | 125 v. | » | |
| Cabignan | 2 164 | *Société anonyme locale.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 6000 v. | 120 v. | » | |
| Le Chesne | 1 526 | *Colas* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| Flize | 666 | *Municipalité.* | » | — | Essence. | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Haybes-sur-Meuse | 2 099 | » | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Neufmanil | 2 535 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Saulces-Champenoises | 456 | *Baudet* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Signy-le-Petit | 1 983 | *Tourolle.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 65 v. | » | |
| Tourteron | 501 | *Municipalité.* | » | — | Usine hydraul. de Pont-Givart (Marne). | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Asfeld | 913 | | | | | | | | | | | |
| Avaux | 600 | | | | | | | | | | | |
| Brienne | 261 | *Monin et Ringuier.* | » | — | | | | | | | | |
| Poilcourt | 200 | | | | | | | | | | | |
| Vieux | 260 | | | | | | | | | | | |

## Ariège.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Foix | 4 552 | *Cie du Gaz* | 1889. | Public et part. | A gaz. | » | » | A. | Continus. | En dérivation. | 22 | |
| | | *Glaizes* | 1889. | Particuliers. | Hydraulique. | 80 | 2 Sautter-Harlé, 30 kw | A. | Continus. | 5 fils. | 22 | 36-54 fr l.-an 10-16 b. |
| Ax-les-Thermes | 1 545 | *Municipalité.* | Oct. 1888. | Public et part. | Turbine. | 150 | Compagnie générale Nancy | A. | Cont. 500 v. | 3 fils, 2 . 250 v. | Néant. | |
| Aulus | 707 | *Chabaud, Campredon et Cie.* | 1890. | Publ. et part. | Turbine. | 75 | 2 Belfort | A. | Cont. 240 v. | 3 fils. | Néant. | |
| Pamiers | 7 716 | *Société ariégeoise* | Août 1891. | Public et part. | Turbine. | 150 | Gramme | A. | Cont. 105 v. | 3 fils, acc. Julien. | 30 | 30 fr l.-an 16 b. |
| Saint-Girons | 5 915 | *J.-P. Olivier* | Oct. 1891. | Public et part. | Turbine. | 65 | Gramme | A. | Continus. | En dérivation. | 30 | |
| | | *Pons et Bernard* | Août 1891. | Particuliers. | Turbine. | 80 | Desroziers | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | | |
| La Bastide-de-Sérou | 2 505 | *Martrin-Donos* | 1893. | Public. | Turbine. | 25 | » | A. | » | » | » | |
| Tarascon et Ussat | 1 432 | *Astrié et Bastit* | Oct. 1893. | Public et part. | Turbine. | 50 | Belfort | A. | Continus. | » | » | Soc. formée pour 15 ans. |
| | 135 | | | | | | | | | | | |
| Saverdun | 3 286 | *Municipalité.* | Nov. 1892. | Public et part. | Turbine. | 75 | 2 Belfort de 25 kw. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. | Néant. | Écl. publ. 18 arcs de 10 A. Part., 27 fr l.-an 16 b. |
| Mazères | 3 368 | *Sirat* | Janv. 1895. | Public et part. | Turb. Bonnet. | 45 | Belfort | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. | Néant. | |
| Les Cabannes | 451 | *Rigaud* | 1896. | Public et part. | Turbine. | 20 | Amelin et Renaud | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | |
| Lavelanet et Campredon-sur-l'Hers | 2 981 | *Ch. Biliotti* | 1899. | Public et part. | Turbine. | 110 | Alt. triph. Belfort | A. | Triph. 45 p:s. 3000 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Belesta | 425 | *G. Courrent* | » | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Mirepoix | 3 560 | *Bouts* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Engomer | 600 | *Léon Martin.* | » | » | — | » | » | » | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Varilliès | » | *Barthélemy-Rouan* | 1907. | Public et part. | Turbine. | 60 | Alt. Schneider | A. | Triphasés 3000 v. | Transformateurs Schneider. | » | |
| Léran | 1 108 | *Lévis-Mirepoix* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Oust | 1 115 | *Société des Pyrénées.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Saint-Lizier | 1 273 | *Département* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Salau | 484 | *Matussière et Forest.* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Saurat | 2 850 | *Orth* | « | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Seix | 3 068 | *Gaston* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Sentein | 1 285 | *Bardon* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Soueix | 765 | *Cau-Durban.* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 125 v. | » | |
| Vicdessos | 655 | *Bouts.* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Castillon-en-Couserans | 782 | *Mme André-Artaud,* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 125 v. | » | |
| Massat | 3 014 | *Caire, aîné* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Usson-les-Bains | » | *Société Méridionale* | 1907. | — | Turbines. | » | Alt. triph. | A. | Tr. 22000 v. | Transf. 120 v. | » | Usine génératrice. |

Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aube.** | | | | | | | | | | | | |
| Aix-en-Othe | 1 781 | *Viot* | Déc. 1886. | Public et part. | Turb. 8, vap. 10 | 18 | 2 Edison 40 A, | A. | C. 100, 120 v. | En dérivation. | Néant. | 0,12-0,20 fr l.-jour 10-16 b. |
| Bessancourt | 344 | *Chaput* | » | Public et part. | Turbine. | 25 | Gramme. | A. | Cont. 60 v. | En dérivation. | Néant. | Ville. Banlieue. 0,55 fr le kw-h. |
| Courteron | 349 | *Municipalité.* | Sept. 1888. | Public et part. | Roue hydraul. | 6 | Gramme. | A. | Cont. 125 v. | En dérivation. | » | |
| Troyes et Sainte-Savine | 5 815 | *Cie nationale Ferranti.* | Juin 1890. | Particuliers. | 2 Vap. Corliss. | 500 | de Ferranti, Patin et Alioth | A.S. | Alt. 2400 v. 67 p:s. | Transf. Labour. | 30 | 1 fr le kw-h |
| Trainel | 1 315 | *Municipalité.* | Sept. 1900. | Public et part. | Hydraulique. | 25 | Brown-Boveri. | » | Cont. 220 v. | En dérivation. | » | |
| Dienville | 925 | *Brisson Dauthel et Gillot.* | » | » | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | 110 v. | » | |
| Gyé-sur-Seine | 1 025 | *L. Régnier* | 1902. | Public et part. | Turbine. | 25 | Alt. Grammont. | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | Néant | |
| Brienne-le-Chateau | 1 753 | *Brisson Dauthel.* | 1904. | Public et part. | Hydraulique. | 100 | Alt. Labour. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| Troyes | 53 146 | *Compagnie du gaz.* | 1907. | Public et part. | Vap. Belfort. | 1200 | Belfort et Labour. | S. | Triph. 5000 v. Continus. 220/250 v. | Transf. à 115 v. Accum. Tudor. | » | |
| Barberey | 292 | *Jacolliot* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | Alimente en partie Troyes. |
| Buxeuil | 291 | *Giey* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Paisy-Cosdon | 397 | *Jæger* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Estissac | 1 969 | *Plouganou* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Landreville | 1 212 | *Municipalité.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 250 v. | » | |
| Loches-sur-Ource | 1 066 | *Braux-Fontaines.* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Méry-sur-Seine | 1 276 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 250 v. | » | |
| Plancy-sur-Aube | 1 109 | *Chaudoreille* | » | — | — | » | » | A. | — | 250 v. | » | |
| Vendeuvre-sur-Barse | 2 068 | *Berriaud* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 250 v. | » | |
| Essoyes | 1 400 | *Mangin* | » | — | Usine hydraul. d'Autricourt (Côte-d'Or). | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Verpillières | 340 | | | | | | | | | | | |
| **Aude.** | | | | | | | | | | | | |
| Cuxac d'Aude | 2 610 | *Bouts.* | Juill. 1889. | Public et part. | Turbine. | 35 | 2 Gramme, 80 A | A. | Continus. | 2 fils; accum. | Néant. | 40-60 fr l.-an 10-16 b. |
| | | *Cie du Gaz* | 1891. | Public et part. | Vapeur. | 100 | Belfort. | A. | Continus. | 3 fils. | 30 | |
| Carcassonne | 30 720 | *Société mérid. de transport de force.* | 1899. | Public et part. | Usine de Saint-Georges. | 500 | 2 mot. synchr. avec génératr. Alioth. | A. | Continus. | Triph. 20 000 v. Cont. 3 fils. Accum. Tudor. 240 v. | 30 | Courant triphasé transmis à 20 000 volts de l'usine de Saint-Georges. |
| | | *Sicre et Cie.* | 1891. | Public et part. | Turbines. | 200 | Belfort. | A. | Alternatifs. | Transformateurs. | 30 | |
| Alet | 828 | *Municipalité.* | Août 1891. | Public et part. | Turbine. | 40 | Belfort. | A. | Continus. | 2 fils, 150 v. | Néant. | 25 fr l.-an 16 b. |
| Quillan | 2 186 | *Municipalité.* | Juin 1891. | Public et part. | Turbine. | 40 | Belfort. | A. | Continus. | 3 fils. | » | 1,2 fr le kw-h et forfait. |
| Mérial | 228 | *M. Lacroix* | » | » | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 175 v. | 2 fils. | » | |
| Narbonne | 28 852 | *Soc. mérid. d'Electricité* | Janv. 1895. | Particuliers. | Usine de Saint-Georges. | 600 | 2 mot. synchr. avec génératr. Alioth. | A. | Cont. et triph. | 3 fils, 240 v. et triphasés. | 30 | 1,2 fr le kw-h et forfait. |
| Bezieux | 1 780 | *Bouvet* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 50 p. 8. 2 fils, 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Axat-Saint-Georges. . . | 454 | *Société mérid. de transport de force.* . . . . . | 1903. | — | Turbines. | 3200 | Altern. triph. Alioth. | A. | Tr. 20 000 v. 50 p:s. | Triph. 125 v. | » | Usines génératrices de la Société Méridionale. |
| Talairan . . . . . | 700 | — . . . . | 1903. | — | Transport d'énergie de St-Georges. | 10 | Tr. Alioth 5000/125 | A. | — | — | » | 0,70 fr le kw-h. |
| Saint-Laurent-de-la-Cabrerisse. . . . . | 1 134 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Fabrezan . . . . . | 1 912 | — . . . . | — | — | — | 23 | — 20000/5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Fontcouverte . . . . . | 510 | — . . . . | — | — | — | 28 | — 20 000/125 | A. | — | — | » | — |
| Moux. . . . . | 1 095 | — . . . . | — | — | — | 28 | — — | A. | — | — | » | — |
| Douzens. . . . . | 854 | — . . . . | — | — | — | 28 | — — | A. | — | — | » | — |
| Capendu. . . . . | 1 440 | — . . . . | — | — | — | 100<br>10 | — 20 000/5000/115 | A. | — | — | » | — |
| Floure-Barbaira . . . . | 789 | — . . . . | — | — | — | 28 | — 20 000/125 | A. | — | — | » | — |
| Villedubert . . . . . | 836 | — . . . . | — | — | — | 5 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Villemoustaussou . . . . | 887 | — . . . . | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Villalier . . . . . | 500 | — . . . . | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Bagnoles . . . . . | 800 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Villegly . . . . . | 717 | — . . . . | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Pennautier . . . . . | 1 104 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Pezens . . . . . | 993 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Moussoulens. . . . . | 540 | — . . . . | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Montolieu. . . . . | 1 480 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Alzonne. . . . . | 1 550 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Montréal . . . . . | 2 592 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Marseillette . . . . . | 817 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Badens . . . . . | 550 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Aigues-Vives. . . . . | 525 | — . . . . | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Saint-Frichoux. . . . . | 248 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Laure . . . . . | 1 434 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Rieux-Minervois . . . . | 2 262 | — . . . . | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Peyriac-Minervois. . . . | 1 562 | — . . . . | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Trausse. . . . . | 711 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Caunes . . . . . | 2 196 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Azille . . . . . | 2 062 | — . . . . | — | — | — | 23 | Tr. Alioth 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Pepieux. . . . . | 1 080 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Homps. . . . . | 797 | — . . . . | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Tourouzelle. . . . . | 892 | — . . . . | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Ferrals. . . . . | 1 497 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Luc-sur-Orbieu. . . . . | 955 | — . . . . | — | — | — | 28<br>25 | — 20 000/5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Cruscades. . . . . | 503 | — . . . . | — | — | — | 5 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Boutenac . . . . . | 1 079 | — . . . . | — | — | — | 5 | — 20 000/5000 | A. | — | — | » | — |
| Ornaisons. . . . . | 1 440 | — . . . . | — | — | — | 66<br>15 | — 20 000/5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Bizanet. . . . . | 2 022 | — . . . . | — | — | — | 23 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Montredon . . . . . | 948 | — . . . . | — | — | — | 23 | — 20 000/125 | A. | — | — | » | — |
| Vinassan. . . . . | 735 | — . . . . | — | — | — | 10 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Armissan . . . . . | 915 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Coursan. . . . . | 3 829 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Salles-d'Aude . . . . . | 1 790 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Fleury . . . . . | 2 250 | — . . . . | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Villedaigne . . . . . | 486 | — . . . . | — | — | — | 100<br>10 | — 20 000/5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Ventenac . . . . . | 442 | — . . . . | — | — | — | 10 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Paraza . . . . . | 715 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Roubia . . . . . | 625 | — . . . . | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUFION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR $M^3$. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saint-Nazaire | 976 | *Société mérid. de transport de force* | 1903. | Public et part. | Transport d'énergie de St-Georges. | 100<br>10 | Transform. Alioth 20000/5000/125 | A. | Triphasés. 50 p:s. | Triph. 125 v. | » | 0,70 fr le kw-h. |
| Saint-Marcel | 1 363 | — | — | — | — | 25 | Tr. Alioth 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Marcorignan | 1 036 | — | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Nevian | 1 115 | — | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Moussan | 1 171 | — | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Sallèles-d'Aude | 2 314 | — | — | — | — | 33 | — — | A. | — | — | » | — |
| Ginestas | 1 187 | — | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Mirepeisset | 534 | — | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Argeliers | 1 423 | — | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Bize | 1 551 | — | — | — | — | 23 | — — | A. | — | — | » | — |
| Thezan | 978 | — | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Montseret | 456 | — | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| St-André-de-Roquelongue | 1 194 | — | — | — | — | 10 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Portel | 1 251 | — | — | — | — | 100<br>10 | — 20000/5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Peyriac-de-Mer | 1 387 | — | — | — | — | 25 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Bages | 1 124 | — | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Sigean | 3 384 | — | — | — | — | 33 | — — | A. | — | — | » | — |
| La Nouvelle (Le Port) | 2 400 | — | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| La Nouvelle (Le Phare) | » | — | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Roquefort-des-Corbières | 1 216 | — | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Lapalme | 1 305 | — | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Leucate | 1 754 | — | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Filon | 951 | — | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Treilles | 1 398 | — | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| Villeneuve-les-Corbières | 385 | — | — | — | — | 5 | — — | A. | — | — | » | — |
| Auveillan | 2 484 | — | — | — | — | 25 | — — | A. | — | — | » | — |
| La Pradelle | 845 | — | — | — | — | 10 | — — | A. | — | — | » | — |
| Bugarach | 506 | — | — | — | — | 5 | — 5000/125 | A. | — | — | » | — |
| Fourtou | 263 | — | — | — | — | 15 | — — | A. | — | — | » | — |
| Puichéric et St-Conat | 1 255 et 555 | *De Massia* | — | — | 1 turb. Bonnet. | 60 | Alternat. Grammont. Triph. 2400 v. | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | — |
| Brousses | » | *M. Marty* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Usine alimentant Cuxac-Cabardès, Saint-Denis, Saissac, Villardonnel. |
| Campagne-sur-Aude | 450 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 150 v. | » | Alimente Fa. |
| Conques-sur-Orbiel | 1 570 | *Mnnicipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 115 v. | » | Alimente Bagnoles et Malves. |
| Esperaza | 2 520 | *Bernard et Cie* | » | — | — | » | » | A. | Alt, 2100 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Couiza. |
| Limoux | 7 080 | *M. Boutet* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Ajac, Digne, Matras, Lauraguel, Magrie, Pauligne, Pieusse. |
| Padern | 430 | *Abram* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Paziols, Tuchan. |
| Puichéric | 1 335 | *De Massia* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 200 v. | » | Alimente Saint-Couat. |
| Trèbes | 1 840 | *Société du gaz de Carcassonne* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2500 v. 75 p:s. | Transf. 115 v. | » | Alimente Carcassonne. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espalion | 2 522 | *F. Rozier* | Nov. 1886. | Public et part. | Turb. Fontaine. | 40 | Thury | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | » | 42 fr carcel-an. |
| Capdenac | 3 542 | *Grange* | 1896. | Public et part. | Turb. Fontaine. | 400 | 2 Oerlikon | A. | Triph. 6000 v. 50 p:s. Alternatifs. | 120 v. 3 fils et transf. | » | Alimente Aubin, Boisse, Cransac, Le Gua, Viviez. |
| Viviez | 1 521 | *Union électrique* | | | | | | | | | | |
| Aubin | 9 781 | *Grange* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Saint-Geniez | 3 989 | *Caizac fils* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 240 v. | » | |
| Rodez | 11 443 | *Vidal* | » | » | — | » | » | » | Continus. | 230 v. | » | |
| Entraygues | 1 860 | *Brouzes* | 1903. | » | » | 25 | 1 Grammont | A. | Cont. 130 v. | 2 fils. | » | |
| Laguiole | 1 871 | *Bélières* | 1903. | » | Hydraulique. | 40 | — | » | Cont. 230 v. | 2 fils. Accum. Tudor. | » | |
| Estaing | 1 595 | *Boyer* | 1902. | » | — | 25 | — | » | Cont. 150 v. | 2 fils. | » | |
| Camarès | 2 004 | *Rachou* | 1904. | Particuliers. | — | 450 | Altern. Labour | A. | Triph. 3200 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| Saint Jean-du-Bruel | 2 229 | *Vialla* | » | Public et part. | — | » | Comp. génér. Nancy | » | Alt. 2000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | |
| Saint-Geniès-d'Olt | 3 289 | *Caizac* | » | » | — | » | Comp. génér. Nancy | » | Continus. | 240 v. | » | |
| Roquefort | » | » | 1904. | » | Usine de la Sorgue. | » | » | » | Triph. 8000 v. 50 p:s. | » | » | |
| Tournemire | | | | | | | | | | | | |
| Versols et Lapeyre | 669 | *Reynes* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 8000 v. 50 p:s. | 110 v. | » | Alimente Roquefort, Sainte-Affrique, Tournemire. |
| Nant | 2 103 | *Massol* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | 250 v. | » | Alimente La Moulica. |
| Creissels | 790 | *Celles* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Fondamente | 367 | *Corcoral* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Loupiac | 923 | *Hauterive* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | |
| Najac | 1 660 | *Castelpers* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2200 v. 50 p:s. | 115 v. | » | |
| Saint-Georges-de-Luzençon | 1 305 | *Dejean* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Saint-Rome-de-Cernon | 1 054 | *Alric* | » | — | — | » | » | A. | — | 115 v. | » | |
| Salles-la-Source | 2 263 | *Vidal* | » | — | — | » | » | A. | — | 230 v. | » | |
| **Belfort** (Territoire de) | | | | | | | | | | | | |
| Beaucourt | 3 815 | *Soc. électr. Beaucourtoise* | Janv. 1895. | Publ. et part. | 1 vap. Armingt. | 150 | Belfort | A S. | Continus. | 3 fils, acc. Tudor. | » | 0,80 fr le kw-h |
| Delle | 2 356 | *Municipalité* | 1898. | Public et part. | Turbine. | 25 | Belfort | A. | — | 2 fils, 150 v. Accum. Tudor. | » | |
| Belfort | » | *Compagnie du gaz* | 1907. | Public et part. | Vap. Belfort. | 300 | 2 Belfort | A S. | — | 220 v, Accum. Tudor. | » | |
| **Bouches-du-Rhône.** | | | | | | | | | | | | |
| | | *Société du gaz et de l'électricité* | 1885. 1906. | Public et part. | 5 turb. à vap. Curtis. | 7000 | Alt. Th.-Houston 5500 v. 25 p:s. | A.S. | Alt. 50 p:s. 5500/110 v. Cont. 2·220 v. | Commutatrices. Convertisseurs. Accum. Tudor. | | Ce réseau est aussi alimenté par les usines du Littoral méditerranéen. |
| Marseille | 517 498 | *Port de Marseille* | 1901. | Écl. des quais. | » | 2000 | Convertisseurs Belfort et Alioth. | A.S. | Alt. 5500 v. Cont. 220 v. | 2 fils. | 17,5 | 0,62 fr le kw-h éclairage. 0,375 le kw-h force mot. |
| | | *Compagnie d'électricité de Marseille* | 1906. | Public et part. | 2 turb. à vap. Parsons. | 4000 | Alt. Brown-Boveri 5000 v. 50 p:s. | A.S. | Cont. 2·210 v. Alt. 110 v. | Cont. 3 fils. Accum. Tudor. Triph. 4 fils. | | 0,30 le kw-h ville. 0,20 le kw-h ville. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lambesc | 2 352 | *Imbard* | Avril 1888. | Public et part. | Roue hydraul. | 15 | Gramme, 75 A | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | Publ. 245 fr 40 l.-an 16 b. Part. Forfait. |
| Barbentane | 2 797 | *Société Sud électrique* | 1889. | Public et part. | Roue hydraul. | 7 | Gramme | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2·220 v. | Néant. | Alimente Rognonas. |
| Pelissanne | 1 594 | *Merle et Cie* | Janv. 1889. | Public et part. | Turb. et vap. | 20 | Gramme, 75 A | A. | Cont. 110 v. | En dériv. accum. | Néant. | 48 fr carcel-année. |
| Roquevaire | 3 012 | *Société du Littoral* | Janv. 1889. | Public et part. | » | » | » | A. | Alternatifs. | Transformateurs. | Néant. | 0,60 fr le kw-h. |
| La Ciotat | 12 223 | *Cie du Gaz* | 1890. | Ecl. des atel. des Messager. | Vapeur. | 140 | Sautter-Harlé, 250 A. | A. | Continus. | En dérivation. | 35-32-28 | N'a qu'un seul client. 1,4 fr le kw-h. |
| Aubagne | 8 400 | *Société du Littoral méditerranéen* | Janv. 1892. | Public et part. | Transform. | » | Sous-station | A. | Triph. 25 p:s. 13500 v. | 230 et 115 v. | 40 | Alimente Lascours, Roquevaire, Allauch, Auriol, la Bédoule, Belcadène, Cassis, Peynier, Peypin, Plan-de-Cuques. |
| Saint-Rémy-de-Provence | 3 517 | *Compagnie Sud électrique* | 1900. | Public et part. | Vapeur. | » | » | » | Cont. 115 v. | En dérivation. | » | 49 et 36 fr l.-an 10 b. |
| Salon | 10 956 | *Société d'éclairage électrique de Provence* | Nov. 1895. | Public et part. | 1 turb. de 50. 3 vap. Piguet. | 460 | Westinghouse | A.S. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. accumulateurs Tudor. | 25 | 0,002 fr la bougie-heure. L'ancienne usine à courants alternatifs a été supprimée. |
| Saint-Chamas-Miramas et Istres | 2 337 | *Société électrique Étang de Berre* | 1898 et 1901 | Public et part. | 2 turb. et 1 vap. | 175 | Labour, 40 kw | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | 3 fils. 500 v. | » | 0,75 fr le kwh. |
| Aix-en-Provence | 28 915 | *Société aixoise d'électricité* | Oct. 1895. | Public et part. | Vapeur. | 580 | 4 Thury-Schneider | A. | Continus. | 150 v. Accum. Tudor. | 27 | Forf. et compt. 1 fr le kw-h (éclairage au gaz entièrement remplacé par éclairage électrique). |
| Gardanne | 2 365 | *Société électrique de Gardanne* | » | » | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 135 v. | 3 fils, 2.135 v. | » | |
| Jouques | 1 501 | *Municipalité* | 1900. | Public. | Hydraulique. | 10 | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Tarascon-sur-Rhône | 9 023 | *Société Sud électrique* | 1903. | Public et part. | Tr. et vap. rés. | 300 | Compagnie générale Électrique de Nancy. | » | Alt. 50 p:s. 3000 v. | 110 v. | » | Alimente Boulbon, Cabannes, Eyrargues, Maillane, Mézoargues, Orgon, Saint-Andiol, Saint-Étienne-du-Grès. |
| Gémenos | 1 498 | *Jacques Chauvet* | » | — | Hydraulique. | » | » | » | Alt. 50 p:s. 2000 v. | 120 v. | » | |
| Noves | 2 175 | *Société Sud électrique* | » | — | — | » | » | » | Continus. | 120 v. | » | |
| Marignane | 1 898 | *Farget* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | Alimente Saint-Victoret. |
| Alleins | 834 | *Amoureux* | » | — | — | » | » | A. | — | 125 v. | » | |
| Arles | 27 514 | *Société arlésienne d'électricité et sud électrique* | » | — | — | » | Thomson-Houston | A. | Triph. 50 p:s. 3600 v. | 110 v. | » | Usine de secours du Sud Électrique. |
| Fuveau | 2 184 | *Houchard* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 25 p:s. 2400 v. | 110 v. | » | |
| Grans | 1 740 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 2200 v. | 120 v. | » | |
| Mallemort | 2 215 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 220 v. | » | |
| Peyrolles | 927 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Puy-Sainte-Réparade | 1 322 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Trets | 2 722 | *Dehaux* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| **Calvados.** | | | | | | | | | | | | |
| Honfleur | 8 568 | *Compagnie du gaz Lebon* | 1900. | Particuliers. | 2 à gaz. | 70 | Labour | A. | Cont. 3 fils. | 3 fils, 440 v. | 30 | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La Rivière Saint-Sauveur et Honfleur. . . . | 1 515 | *Chambre de commerce et Société Normande d'électricité* . . . . . | 1897. 1902. | Public et part. | 2 vap. de 100. | 200 | Cont. et alt. Labour. | A. | Triph. 2500 v. et alt. 2000 v. | 110 v. Transf. Labour. | » | |
| Harcourt. . . . . | 1 071 | *Fortin* . . . . . | Avril 1890. | Public et part | Roue hydr. et v. | 40 | Alt. Labour. . . . . | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | Néant. | Alimente Aunay-sur-Odon, Clécy, Croisilles, Saint-Rémy. |
| Falaise. . . . . | 8 165 | *Delaunay et Bru.* . . . . | Juin 1892. | Particuliers. | Hydr. et vap. | 280 | Gramme et Thury-Schneider . . . . | A. | Cont. 220 v. | En dérivation. | 35 | 1 fr le kw-h. |
| Aunay-sur-Odon. . . . | 1 041 | *H. Fauvel.* . . . . . | Mai 1894. | Particuliers. | Vapeur | 140 | Edison. . . . . | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | Forfait et compteur. |
| Caen. . . . . | 37 457 | *Soc. région. d'Électricité.* | Juin 1894. | Particuliers. | Vapeur Willans. | 940 | de Ferranti, Brown et Alioth. . . . | « | Alternatifs. et triph. | S.-st. transf. Lab. Th.-Houston et Alioth. | 25 | 30 fr lampe-an 10 b. |
| Vire. . . . . | 6 267 | | | | Hydraulique. | | | | Continus. | 3 fils, 130 v. | | Alimente Neuville, Saint-Germain, Saint-Martin, Vaudry. |
| Saint-Germain . . . . | 1 079 | | | | 2 turb. de 70. | | 4 Hillairet . . . . | | | | | |
| Saint-Martin. . . . . | 422 | *Camille Bru.* . . . . . | 1894. | Public et part. | 2 vap. de 50. | 240 | 1 Gramme . . . . | A. | Continus 2.110 v. | 3 fils, 2.110 v. accum. Bru. | 35 | 1 fr le kw-h. |
| Neuville . . . . . | 1 044 | | | | | | 1 Belfort. . . . . | | | | | |
| Vaudry . . . . . | 1 340 | | | | | | | | | | | |
| Trouville-Deauville . . | 6 245 | *Société normande de gaz et d'électricité.* . . . . | 1901. | — | 3 vap. Belleville, 1 gaz de 24 chev. | 500 | Alt. Hillairet. . . . | S. | Alt. 3000 v. 48 p:s. | Transf. Labour. 110 v. | 35 | Alimente Bénerville, Deauville, Tourgéville. |
| Orbec. . . . . | 2 616 | *Compagnie du gaz.* . . . | 1899. | — | 1 à gaz de 25. | 25 | 1 Postel-Vinay . . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. accum. Blot. | 35 | 0,90 fr le kw-h. |
| Touques. . . . . | 1 287 | *Société normande d'électricité.* . . . . . | 1899. | — | » | » | » | A. | Alternatifs. | Transf. Labour. | » | |
| Lisieux . . . . . | 15 305 | *Compagnie gaz et eaux.* . | » | — | Moteur à gaz. | 110 | Schneider . . . . . | » | Cont. 250 v. | 210 v. Accum. Tudor. | » | |
| Mezidon. . . . . | 1 170 | *E. Manchon* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Vassy. . . . . | 2 212 | *Barbet* . . . . . | » | — | Mot. à pétrole. | » | » | » | Continus. | 110 v. | » | |
| Pontfarçy. . . . . | 710 | *Municipalité* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 2 fils, 150 v. | » | |
| **Cantal.** | | | | | | | | | | | | |
| Chaudesaigues.. . . . | 1 143 | *Mary Reynaud.* . . . . . | 1890. | Public et part. | Turbine. | 30 | » | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | |
| Allanche. . . . . | 890 | *Cie d'Écl. électrique* . . . | Fév. 1891. | Public et part. | Turbine. | 32 | Rechniewski . . . . | A. | Cont. 120 v. | Accum. Tudor. | » | 24 fr l.-an 10 b. |
| Mauriac. . . . . | 2 285 | *Dubonnet* . . . . . | 1892. | Public et part. | Vapeur. | 30 | Sautter-Harlé. . . . | A. | Continus. | 150 v. | Néant. | 60 fr l.-an 16 b. |
| La Roquebrou . . . . . | 1 244 | *Bos et Auradou* . . . . . | Mai 1895. | Public et part. | 2 turbines. | 35 | Lavo. . . . . | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | 30 fr lampe-an 16 b. |
| Condat-en-Feniers . . . | 885 | *Société du Condat.* . . . | » | » | Vapeur. | » | » | » | Continus. | 120 v. | » | |
| Massiac. . . . . | 1 260 | *Alfred Rachet* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | — | 120 v. | » | |
| Vic-sur-Cère. . . . . | 1 109 | *Tournier* . . . . . | 1900. | » | — | 50 | » | A. | Alt. 53 p:s. 2000 v. | 105 v. | » | |
| Maurs . . . . . | 2 924 | *Courbaize et Gratacap.* . | 1903. | Public. | — | 112 | 2 alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 3700 v. | Transf. 200 v. et 115 v. | » | Alimente Boisset. |
| Rob-des-Bans. . . . . | » | *Municipalité* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 5000 v. | 120 v. | » | Alimente Fontanges, Salers, Saint-Martin, Valmeroux. |
| Molompize. . . . . | 848 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 150 v. | » | |
| **Charente.** | | | | | | | | | | | | |
| | | | Janv. 1888. | | | | Belfort. . . . . | A. | Cont. 120 v. | | | |
| Angoulême. . . . . | 30 616 | *Compagnie du Gaz* . . . | Oct. 1892. | Public et part. | Vapeur Belfort. | 600 | 2 Edison 120 v . . . | A. | Cont. 240 v. | 3 fils; acc. Tudor. | 25 | Forf. et c. Thomson. 1 et 1,5 fr le kw-h. |
| | | | 1899. | | | 200 | 2 Labour. . . . . | | | | | |
| | | | | | | | Belfort . . . . . | » | Cont. 260 v. | | | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cognac | 18 932 | *Compagnie locale du gaz.* | 1901. | Public et part. | Vapeur. | 400 | Compagnie de Fives-Lille | S. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 125 v. | » | |
| Chasseneuil | 2 471 | *Société locale* | » | » | » | » | Continu | A. | Cont. 125 v. | 2 fils. | » | |
| Montmoreau | 745 | » | 1903. | Public et part. | Turbine. | 30 | Alt. Creil-Schuckert, 50 p:s. | A. | Alt. triphasé, 2900 v. 50 p:s. | Tranf. 110 v. | » | |
| Langélie | 38 | *Delage et Cie* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 120 v. | » | Alimente Montmoreau, Villebois-Lavalette. |
| Nadelin | 22 | *Duvignaud, Ferrère et Cie.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 6000 v. | 110 v. | » | Alimente Aubeterre-sur-Dronne, Bonnes, Chalais, Saint-Christophe, Saint-Romain. |
| Pilas | 24 | *Rochechouart-Chabanais* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 8000 v. | 220 v. | » | Alimente Chabanais. |
| Aigre | 1 374 | *Déverges* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 5000 v. | 220 v. | » | |
| Blanzac | 900 | *Cagniou* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| Jarnac | 4 911 | *Portier et fils* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Montignac-Charente | 613 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Mouthiers-sur-Boeme | 1 290 | *Laroche-Marcel* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Ruelle-sur-Touvre | 4 050 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| **Charente-Inférieure.** | | | | | | | | | | | | |
| Marennes | 2 190 | *Compagnie d'éclairage.* | Juill. 1889. | Public et part. | Vapeur. | 25 | Gramme | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | Néant. | 48 fr carcel-an. |
| La Rochelle | 22 426 | *Société anonyme locale.* | » | Particuliers. | Vapeur. | 60 | Gramme | A. | Alt. 500 v. | Par groupes de 3. | 20 | |
| | | *Municipalité.* | Juill. 1890. | P. de la Pallice. | A gaz. | 25 | Gramme, 76 A | S. A. | Cont. 210 v. | Arcs et incandesc. | » | |
| Jonzac | 2 594 | *Municipalité.* | 1900. | Public et part. | 2 vapeur. | 90 | Postel-Vinay | A. | Continus. | 3 fils, 2 . 220 v. Accum. Tudor. | » | 0,75 fr le kw-h. |
| Rochefort | 28 695 | *M. Acreman.* | 1900. | Particuliers. | Vap. et à gaz. | 270 | Soc. als. Belfort | S. | Continus. | 3 fils, 2.450 v. Accum. Tudor. | » | |
| Royan | 6 864 | *Compagnie du gaz.* | 1896. | Public et part. | Vap. et à gaz. | 300 | Soc. als. Belfort | S. | Continus. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | |
| La Pallice | 517 | *Municipalité.* | » | » | Moteur à gaz. | » | » | » | Continus. | 2 fils, 210 v. | » | |
| Montendre | 1 158 | *Saboureau.* | » | » | Hydraulique | » | » | » | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| **Cher.** | | | | | | | | | | | | |
| Vierzon | 11 176 | *Compagnie du Gaz.* | Mars 1889. | Public et part. | Vapeur. | 30 | Ganz-Schneider | A. | Alt. 2400 v. 42 p:s. | Transf. 110 v. | 30 | Forfait. |
| Bourges | 33 257 | *Société électrique* | » | Particuliers | Vapeur. | 25 | Sautter-Harlé | A. | Cont. 500 v. | En dérivation. | 30 | |
| Saint-Amand-Montrond | 7 165 | *Compagnie du Gaz.* | Sept. 1891. | Particuliers. | Vapeur. | 45 | 2 Rechniewski | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 550 v. | 30 | |
| Aubigny-sur-Nère | 2 515 | *Bruandet, Demenitroux et Cie* | 1899. | Public et part. | Vap. de 60. | 60 | Henrion comp. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 130 v. Accum. Tudor. | Néant. | 0,06 fr la lampe-h. 16 b. |
| Saint-Florent | 2 448 | *Municipalité* | 1899. | Public et part. | Vapeur. | 50 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | Néant. | Compteur, 1 fr le kw-h. |
| Dun-sur-Auron | 3 319 | *Monnier.* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Continus. | Accum. Tudor. 120 v. | » | |
| Guerche-sur-l'Aubois | 1 370 | *P. Bouchon* | » | » | Vapeur. | » | » | » | — | 120 v. | » | |
| Lignières | 3 939 | *Marquis de Lignerac* | 1899. | Public et part. | Hydr. et vap. | 50 | Alt. Brown-Boveri | A. | Alt. 2000 v. | Tr. Brown-Boveri | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Culan | 1 540 | *Société hydro-électrique du Cher* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Tri. 10000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimenté par l'usine du réseau de Montluçon. |
| **Corrèze.** | | | | | | | | | | | | |
| Tulle | 12 262 | *Compagnie du gaz* | 1900. | Public et part. | 3 à gaz. | 150 | Labour. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Accum. Tudor. 3 fils. | Néant. | |
| | | | 1904. | » | » | 300 | Altern. Labour | A. | | Transf. 120 v. | » | |
| Allassac et Objat | 1 590<br>1 064 | *Chaux* | Août 1896. | Public et part. | Turb. Bonnet. | 120 | Soc. alsac. Belfort. | A. | Triph. 220 v. 50 p:s. | 3 fils. | » | Forfait. contrat de 5 ans.<br>0,80 fr le kw-h.<br>360 fr le cheval-an. |
| Beaulieu-sur-Ménoire | 2 025 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | « | — | A. | Diph. 50 p:s. 2000 v. | 110 v. | » | Alimente Altillac. |
| Brive | 19 496 | *Mondot et Vinatier* | 1903. | — | — | 200 | Alt. Labour. | A. | Triph. 50 p:s. 4000 v. | 120 v. | » | Alimente Donzenac. |
| Larche | 779 | *Goursat et Cie* | » | — | — | » | — | A. | Continus. | 120 v. | » | Alimente Saint-Pantaléon-de-Larche. |
| Laillant-Vieux | 102 | *Chaux* | » | — | — | » | — | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 115 v. | » | Alimente Allassac et Objat. |
| Saut-du-Saumon | » | *Société centrale de Limoges* | » | — | — | » | — | A. | Triph. 50 p:s. 8000 v. | 110 v. | » | Alimente Limoges, Brive et Lubersac. |
| Bort | 3 698 | *Compagnie d'éclairage de Bort* | » | — | — | » | — | A. | Continus. | 150 v. | » | |
| Treignac | 2 929 | *Municipalité* | » | — | — | » | — | A, | — | 3 fils, 120 v. | » | |
| Ussel | 4 693 | *Société des forces motrices de la Diège* | » | — | — | » | — | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | 120 v. | » | |
| Uzerche | 3 126 | *Municipalité* | » | — | — | » | — | A. | Triph. 50 p:s. 3600 v. | 125 et 200 v. | » | |
| Cublac | » | *Gastambide* | » | — | — | » | — | A. | Alt. 50 p:s. 2400 v. | 120 v. | » | Alimente Terrasson. |
| **Corse.** | | | | | | | | | | | | |
| Corte | 5 000 | *Raffaëli* | 1901. | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 220 v. | » | |
| **Côte-d'Or.** | | | | | | | | | | | | |
| Dijon | 67 736 | *Société Dijonnaise d'électricité* | 1891. | Particuliers. | Turbine vap.<br>4 vap. Piguet.<br>1 Westinghouse<br>1 Corliss. | 1800<br>2250 | Belfort.<br>Labour.<br>Alioth de 500. | S. | Triph. 2500 v. 50 p:s. | 110 v.<br>Postes de transf. par îlots. | 20 | Alimente Brochon, Chenôve, Gevrey-Chambertin. |
| Semur | 3 521 | *Bizouard et Lavocat* | 1891. | Particuliers. | Turbine Joly. | 35 | 2 Rechniewski 150 v. | A. | Cont. 3 fils. | Acc. Laurent Cély. | 40 | 3,5 fr l.-mois 10 b. |
| Saulieu | 3 004 | *Soc. électrique de Saulieu.* | Juill. 1895. | Public et part. | Vap. Piguet. | 100 | Hillairet et Brown-Boveri. | A. | Continus. | 3 fils. | » | Forfait. |
| Laignes | 1 097 | *Municipale* | Avril 1896. | Public et part. | Roue à augets. | 15 | Brown-Boveri. | A | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Beaune | 13 726 | *Christophe* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Meursault | 2 512 | *Devèze et Cie* | » | » | » | » | Alt. 5000 v. et 2400 v. | A. | Alt. 50 p:s. Cont. 110 v. | Transf. 110 v. En dérivation. | » | Alimente Chassagne-Montrachet, Puligny, Santenay. |
| Nolay | 2 302 | | | | | | | | | | | |
| Is-sur-Tille | 1 899 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRE OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Autricourt-sur-Ource. . | 545 | *Mangin*. . . . . | » | » | » | 120 | Alt. Schneider . . . | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Grancey-sur-Ource. |
| Pontailler-sur-Saône . . | 1 175 | *Ritter*. . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Triph. 50 p:s. 5000 v. | 110 v. | » | |
| Arc-sur-Tille . . . . . | 816 | *Mouillard* . . . . . | 1908. | Public et part. | Turbines. | 40 | 2 dynamos Giraudier. | A. | Cont. 110 v. | 5 fils. | » | |
| Tart-le-Bas. . . . . | 209 | *Gruère* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 4000 v. | 120 v. | » | Alimente Aiserey, Genlis, Longeault, Longecourt, Martiens, Pluvault, Pluvet, Varanges. |
| Aignay-le-Duc . . . . . | 765 | *Favergeon et Cie*. . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 200 v. | » | |
| Bèze . . . . . | 1 007 | *Grosset* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Darcey . . . . . | 485 | *Société anonyme locale*. . | » | — | — | » | » | A. | — | 240 v. | » | |
| Marcilly-sur-Tille. . . | 518 | *Garnot* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Marigny-le-Cahouet. . . | 640 | *Journaux* . . . . . | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 125 v. | » | |
| Mirebeau-sur-Bèze . . . | 1 069 | *Busson* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Montbard . . . . . | 3 632 | *Piaux*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 120 v. | » | |
| Précy-sous-Thil . . . . | 766 | *Municipalité* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Montberthault. . . . . | 381 | *Lemonnier* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 2100 v. | 110 v. | » | Alimente Époisses. |
| Drambon . . . . . | 170 | *F. Glaive* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Lamarche-sur-Saône, Soissons, Vielverge. |
| **Côtes-du-Nord.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Brieuc . . . . . | 21 665 | *Société d'énergie électrique de Saint-Brieuc* . . . . | Nov. 1890. | Particuliers. | Turb. Hercule. | 400 | Thomson-Houston. . | A. | Alt. 3300 v. 125 p:s. | Transf. 110 v. | 30 | 1,20 fr le kw-h. |
| Guingamp. . . . . | 9 196 | *Société départ. des eaux*. | » | Public et part. | Turb. et vap. | 60 | Thury. . . . . | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | 45 fr carcel-année. |
| Quintin. . . . . | 3 194 | *Société Quintinaise*. . . . | Avril 1892. | Public et part. | Turb. Hercule. | 62 | Postel-Vinay, 15 kw. | A. | Cont. 125 v. | Accum. Tudor. | Néant. | 0,8 fr le kw-h. Compteur Thomson |
| Tréguier. . . . . | 3 051 | *De Fages de la Tour* . . . | 1894. | » | Vapeur. | 30 | 2 Rechniewski. . . . | A. | Continus. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Lannion. . . . . | 6 226 | *E. de Fages*. . . . . | Août 1895. | Public et part. | Moteur Simplex gaz pauvre. | 50 | 2 Labour, 180 A. . . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | Forf. 36 fr lampe-an 10 b. Compt. Grassot 1 fr le kw-h. |
| Plouguernevel. . . . . | 2 702 | » | Juin 1895. | Particuliers. | Vapeur. | 10 | Gramme . . . . . | A. | Continus. | 2 fils en boucle. | Néant. | Abonnement à forfait. |
| Lamballe . . . . . | 4 531 | *Eugène Zimmermann*. . . | Janv. 1898. | Public et part. | 2 vap. de 50. | 100 | Amelin et Renaud. . | A. | Continus. | 3 fils, acc. Tudor. | Néant. | 30 fr lampe-an 10 b. 0,70 fr le kw-h. |
| Paimpol. . . . . | 2 473 | *Société anonyme des applications de l'électricité*. | 1897. | Public et part. | 1 vapeur. | 45 | Jarriant . . . . . | A. | Continus. | 3 fils. Accum. Tudor. | Néant. | Forfait et compteur, 1 fr le kw-h. |
| Belle-Isle-en-Terre. . . | 1 944 | *Blake-Hands-Stanley*. . . | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 150 v. | 2 fils. | » | |
| Pontrieux. . . . . | 1 990 | *Huet frères* . . . . . | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Saint-Servan . . . . . | 12 240 | *Compagnie centrale du gaz E. Lebon et Cie*. . . . | 1903. | Public et part. | 2 à gaz. | 80 | 2 Hillairet-Huguet . | A.S. | Cont. 440 v. | 3 fils, 2.200 v. Accum. Tudor. | » | |
| Plouguenast. . . . . | 3 165 | *Monnier*. . . . . | 1905. | » | Vapeur. | » | Gramme. . . . . | » | Continus. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Châtelaudren . . . . . | 1 466 | *Corbel-Caudal*. . . . . | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| La Chèze . . . . . | 486 | *Hervé*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 140 v. | » | |
| Merdrignac. . . . . | 3 292 | *Rebour*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| | 2 170 | | | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bourganeuf | 3 520 | *Soc. de Transm. de la Force* | Mai 1886. | Public et part. | Turbine. | 450 | J. Farcot (Hutin et Leblanc) | A. | Altern. triph. 7500 v. 46,5 p:s. | Transf. triph. et panchabuteur. | Néant. | 40 fr lampe-an 16 b. |
| Guéret | 7 799 | *Société anonyme locale.* | 1891. | Public et part. | 2 vap. Corliss. | 140 | Alternateurs | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 150 v. | 25 | 0,70 le kw-h. |
| Aubusson | 6 670 | *Sallandrouze frères* | » | Public et part. | Vapeur. | 500 | Comp. gén. Nancy | A. | Continus. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Saint-Pierre-de-Fursac | 1 608 | » | » | » | » | » | Comp. gén. Nancy | » | » | » | » | |
| Bénévent l'Abbaye | 1 892 | *Dumas* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 4000 v. | 120 v. | » | Alimente Chénérailles, Gouzon, Lussat, Peyrat, Saint-Julien, Saint-Loup, Saint-Étienne-de-Fur-zac, Saint-Pierre. |
| Chambon-sur-Voueize et environs | 2 222 | *Rochat* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 7500 v. | 120 v. | » | |
| Auzances | 1 472 | *Phélipeaux* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A | Continus. | 3 fils, 115 v. | » | |
| La Celle-Dunoise | 1 666 | *Guillemot* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| La Courtine | 1 033 | *Pautier* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Felletin | 3 206 | *Parrain* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Boussac | 1 386 | *Société des forces hydro-électriques du Cher* | » | — | Usine de Montluçon. | » | » | A. | Alt. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Evaux | 3 445 | | | | | | | | | | | |
| **Deux-Sèvres.** | | | | | | | | | | | | |
| Parthenay | 5 425 | *Joly* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Niort | 23 674 | *Villa* | » | » | » | 500 | 3 commut. Alioth. 2 Belfort. | A. | 3 fils, 2.200 v. | Commutatrices courant alt. et courant continu. 220 v. | » | |
| Melle | 2 669 | *Corbin* | » | » | » | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Airvault | 1 680 | *Frey* | » | » | Gaz pauvre. | » | » | » | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Chizé | 572 | *Bosquet* | » | » | Hydraulique. | « | » | » | Cont. 160 v. | 2 fils, 160 v. | » | |
| **Dordogne.** | | | | | | | | | | | | |
| Périgueux | 31 318 | *M. Roche* | 1903. | Serv. munic. | Hydraulique. | 200 | Altern. Labour | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. 110 v. Accum. Tudor. | » | Moteur haute tension et pompes. |
| | | *Compagnie urbaine d'eau et d'électricité* | Mars 1889. | Particuliers. | Vapeur. | 390 | Edison et Alioth | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | 24 | 40 fr carcel-an. |
| Terrasson | 3 737 | *Gastambide et Rouzet* | 1889. | Public et part. | Usine de Losse. | » | » | » | Alt. 50 p:s. | Transformateur 2400/120 v. | » | |
| Bergerac | 15 642 | *Bardy frères* | 1892. | Particuliers. | Hydr. et vap. | 62 | Edison | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | 40 | Forfait. |
| Mussidan | 2 215 | *Devise et Reynaud* | 1893. | Public et part. | Hydraulique. | 100 | Altern. Grammont. | A. | Alt. 2000 v. 56 p:s. | Tr. Grammont. | Néant. | Usine de Longua. |
| Montpon-sur-l'Isle | 2 245 | *Puel* | 1er Déc. 1894 | Particuliers. | Hydraulique. | 40 | 2 Gramme 12 kw. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | 3 à 4 fr l.-mois 10 b. |
| Montignac | 3 102 | *Chaux* | 1903. | Public et part. | Turb. Fontaine. | 200 | Altern. Labour | A. | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. | Néant. | Forfait pour 5 ans. 0,80 fr le kw-h. |
| Saint-Aulaye | 1 531 | *Courcelle-Duvignaud* | Oct. 1895. | Public et part. | Hydrauliqne. | 15 | Amelin et Renaud | A. | Cont. 135 v. | 2 fils, 135 v. | » | |
| Nontron | 3 057 | *Moulin Blanc* | » | » | Hydraulique, | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Lalinde | 2 151 | *Municipalité* | » | » | » | » | » | » | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Mareuil-sur-Belle | 1 485 | *Municipalité* | 1903. | » | » | » | 1 Grammont | A. | Cont. 110 v. | 2 fils accum. | » | |
| Saint-Astier | 3 073 | *Société hydro-électrique du Périgord* | 1903. | » | » | » | 1 Grammont | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Bugue | 2 640 | *Van der Zende* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Continus. | 2 fils 220 v. acc. | » | |





Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brantome | 2 344 | *Puech* | » | » | Hydraulique. | » | Comp. gén. Nancy. | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Aubas | 519 | *Ricard et Martignac* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 8000 v. | 120 v. | » | Alimente Belvès et Saint-Cyprien. |
| Longua | 32 | *Devise Reynaud* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 58 p:s. 2000 v. | 120 v. | » | Alimente Mussidan et Saint-Médard. |
| Tourtoirac | 1 166 | *Labrousse* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 3000 v. | 120 v. | » | Alimente Cherveix-Cubas, Hautefort, Sainte-Eulalie-Ans. |
| Les-Eyzies-de-Tazac | 1 192 | *Mme Esclaffère* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| Jumilhac-le-Grand | 3 406 | *Dirit* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Saint-Martial-d'Albarède | 615 | *Gangloff* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Champagne et Fontaine | 1 050 | *Delage et Cie* | » | — | Usine de Langélie. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| **Doubs.** | | | | | | | | | | | | |
| Besançon | 55 266 | *Compagnie du gaz* | 1903. | Public et part. | Turb. à vap. | 1500 | 4 Brown-Boveri | A. | Cont. 240 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Badevel | 990 | *Cadeau de M. Henri Japy* | 1892. | Public. | Hydraulique. | 10 | Thury | A. | Continus. | Arcs en sér. 350 v. | Néant. | 20-25 fr l.-an 10-16 b. |
| Ornans | 3 204 | *Municipalité* | 1894. | Public et part. | Hydraulique. | 60 | 2 alt. 30 kw Midoz | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | |
| Charmauvillers | 386 | | | | | | | | | | | |
| Damprichard | 1 188 | | | | | | | | | | | |
| Charquemont | 1 701 | *Société des Forces électriques de La Goule* | 1894. | Public et part. | 4 turb. de 500. | 2000 | Altern. Oerlikon | A. | Alt. 5000 v. | Transformateurs 120 v et 2.110 v. | Néant. | Alimente Le Barboux, Les Bassots, Les Fontenelles, Le Lac, Les Pargots, Le Russey, Les Gras. |
| Maiche | 1 785 | | | | | | | | | | | |
| Le Russey | 1 248 | | | | | | | | | | | |
| Baume-les-Dames | 2 990 | *Municipalité* | 1899. | Public et part. | 2 turb. de 105. | 210 | 2 Belfort | A. | Continus. | 3 fils, 2.150 v. | » | 0,60 fr le kw-h. |
| Mouthe | 910 | *A. Bruard* | 1898. | Public et part. | 1 turb., 1 vap. | 30 | Alt. Labour | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 3 fils. 2.110 v. | Néant. | Abonnement de 3 ans. 20 fr la lampe-an de 16 b. |
| L'Isle-sur-Doubs | 2 600 | *Compagnie électrique de l'Isle-sur-Doubs* | 1897. | Public et part. | 3 turb. de 60, 2 de 75. | 330 | Alt. Ganz-Schneider et Grammont | A. | Altern. triph. 3000 v. 50 p:s. | 2 et 3 fils. 120 v. Tr. Grammont. | » | Alimente Bavans, Chatelot, Colombier, Dampierre, Etouvans, Longevelle, Lougres, Saint-Maurice. |
| Appenans | 275 | | | | | | | | | | | |
| Médière | 340 | | | | | | | | | | | |
| Montbéliard | 9 799 | *Société électrique de Belchamp* | 1898. | Public et part. | Hydraulique. | 600 | Grammont et Soc. als. Belfort. Alt. Belfort | A. | Alt. 5200 v. 50 p:s. | Tr. 110 v. | » | |
| Pont-de-Roide | 2 770 | *Société électrique de Montjoie* | 1901. | Public et part. | Turb. Belfort. | 220 | Soc. als. Belfort | A. | Alt. 50 p:s. | Transf. Belfort et Grammont. | » | |
| Morteau | 3 576 | *Union électrique* | 1899. | Public et part. | Hydraulique. | 240 | 2 alt. Brown-Boveri et Oerlikon | A. | Alt. 4000 v. 50 p:s. | Tr. Brown-Boveri. 125 v. | » | |
| Orchamps-Vennes | 890 | | | | | | | | | | | |
| Les Maisonnettes | 270 | | | | | | | | | | | |
| Montbenoît | 252 | *Planty* | 1901. | » | » | 45 | Alt. Grammont | A. | Triph. 3600 v. | Tr. Grammont. | » | |
| Malbuisson | 235 | | | | | | | | | | | |
| Les Gras | 833 | | | | | | | | | | | |
| Emagny | 212 | *G. Grandclément* | 1901. | » | » | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 2.110 v. | » | |
| Le Fourperet | » | *Syndicat de Labergement Sainte-Marie* | 1905. | Public et part. | Hydraulique. | 375 | 3 alt. Belfort | A. | Triph. 5000 v. | Tr. Belfort. 120 à 210 v. | » | |
| Lavans-les-Saint-Claude | » | *Société électrique* | » | » | » | 120 | 4 alt. Belfort | A. | Triph. 2000 v. | » | » | |
| Avoudrey | » | *M. E. Boichot* | 1907. | Public et part. | Gaz. | 40 | Alt. Belfort | A. | Triph. 5000 v. | Tr. Belfort. 110 v. | » | |
| Fraisans | » | *Bossert et Rufenacht* | 1906. | — | Hydraulique. | 240 | 2 alt. Belfort | A. | Triph. 5000 v. | Tr. Belfort. 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Belchamp | 49 | *Société électrique de Belchamp* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | Transf. 110 v. | « | Bart, Beaulieu, La Chapotte, Le Martinet, Sainte-Suzanne, Seloncourt, Valentigney, Voujeaucourt. |
| Consolation | 79 | *Société Union électrique.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 4000 v. | Transf. 125 v. | » | Alimente Guyans-Vennes, Morteau, Orchamps-Vennes. |
| Courchapon | 169 | *Compagnie électrique Comtoise* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 4000 v. | Transf. 110 v. | » | Alimente Jallerange. |
| Labergement-Ste-Marie. | 421 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | Tr. 210 à 120 v. | » | Alimente Fourcatier, les Hopitaux, Vaux, Les Longeville, Métabief, Rochejean, Saint-Antoine. |
| Lods | 875 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | Transf. 220 v. | » | Alimente Amancey, Amathay, Bolandoz, Chantrans, Déservilliers, Fertans, Longeville, Reugney, Vésigneux. |
| Lombard | 195 | *Ritter* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 4000 v. | 120 v. | » | Alimente Arc et Senans, Buffard, Lavans, Quingey. |
| Voyèze | 12 | *Mme Boillot* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 110 v. | » | Alimente Belleherbe, Saint-Maurice, Vaucluse. |
| Beure | 772 | *Dubourg* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 3000 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Bretonvilliers | 454 | *Bulle* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Charmoille | 417 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | Tr. 190 et 110 v. | » | |
| Clerval | 1 059 | *Villeminot et Garneret* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 110 v. | » | |
| Jougne | 1 169 | *Vandel* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 2000 v. | 120 v. | » | |
| Montgesoye | 512 | *Bailly frères et Cie* | » | — | — | » | » | A. | Continu. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Nans-Sainte-Anne | 294 | *Mme Bolut* | » | — | — | » | » | A. | — | 225 v. | » | |
| Vuillafans | 1 167 | *Convers* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Montjoie | 90 | *Mettetal et Cie* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Blamont, Chamesol, Meslières, Montécheroux, Noirefontaine, Pierrefontaine, Pont-de-Roide, Saint-Hippolyte, Villars. |
| Ruffey | 147 | *Compagnie électrique Comtoise* | » | — | Usine de Marnay (Haute-Saône). | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Recologne | 376 | | | | | | | | | | | |
| Bonnevaux | 383 | *Compagnie du Jura-Doubs.* | » | — | Usine de Nozeroy (Jura). | » | » | A. | Triphasé. 10 000/5000 v. 50 p:s | Transf. 110 v. | » | |
| Bouverans | 310 | | | | | | | | | | | |
| Frasne | 1 080 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Vit | » | *M. Charne* | » | — | Usine du Moulin des Malades (Jura). | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| **Drôme.** | | | | | | | | | | | | |
| Dieulefit | 3 554 | *Société électrique de Dieulefit* | Déc. 1888. | Public et part. | Turbine. | 50 | Ganz-Schneider. | A. | Alt. 2000 v. 42 p:s. | Transf. 105 v. | Néant. | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saint-Donnat | 2 747 | *Soc. anonyme locale* | Mars 1890. | Public et part. | Roue hydr. | 30 | Schuckert, 180 A | A. | Cont. 105 v. | En dérivation. | Néant. | |
| Saint-Jean-en-Royans | 2 883 | *De Buren et Lagrange* | Nov. 1892. | Public et part. | Hydraulique. | 55 | » | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transformateurs. | Néant. | 55 fr l.-an 16 b. Publ. 36 fr l.-an 16 b. |
| Buis-les-Baronnies | 1 868 | | | | | | | | | | | |
| Mollans | 870 | *A. Rivoire* | Juin 1893. 1901. | Public et part. | Turbines. | 50 80 | R. Alioth et Cie. Grammont | A. | Alt. 2500 v. 50 p:s. | Transf. 115 v. Tr. Grammont. | Néant. | Part. 50 fr l.-an 16 b. Publ. 200 fr 50 l.-an 16 b. |
| Eygaliers | 150 | | | | | | | | | | | |
| La Motte-Chalançon | 674 | *H. Brugère* | Oct. 1893. | Public et part. | Turb. Bouvier. | 50 | Ganz-Schneider 25 kw | A. | Alt. 2000 v. 42 p:s. | Transf. 105 v. | Néant. | Part. 40-50 fr l.-an 10-16 b. |
| Aouste | 1 127 | *Appaix* | 1895. | Public et part. | Turbine. | 15 | Luc Court de 10 kw | A. | Cont. 110 v. | En dériv. et acc. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| Chabeuil | 3 177 | | | | | | | | | | | |
| Montvendre | 868 | | | | | | | | | | | |
| Montmeyran | 1 796 | *J. Breynat* | Août 1896. | Public et part. | Turbine. | 40 | Alternateur Patin | A. | Alt. 2400 v. | Transformateurs. 2400 v. à 110 v. | Néant. | Forfait 0,72 fr le kw-h. Alimente Montoison, Péris. |
| Upie | 1 140 | | | | | | | | | | | |
| La Chapelle-en-Vercors et Saint-Martin | 368 106 | *Du Parc* | 1895. | Public et part. | Turbine. | 15 | Alt. Oerlikon | A. | Alt. 1800 v. 65 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Taulignan | 1 045 | *Municipalité* | 1899. | Public et part. | Turbine. | 45 | Alt. Oerlikon | A. | Alt. 2000 v. 65 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Béconne | 118 | *Lombard-Gerin* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Valréas. |
| Châtillon-en-Diois | 1 011 | *Pascal* | » | » | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| La Grande Serre | 1 438 | *J. Baffert fils* | » | » | — | » | » | » | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Loriol | 3 506 | *Bertrand* | » | » | — | » | » | » | Continu. | 220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Pierrelatte | 3 218 | *Municipalité* | 1899. | Public et part. | Gaz Riché. | 20 | » | » | — | 200 v. Accum. Tudor. | » | |
| Valence | 26 946 | *Société d'Éclairage et Société du Vercors* | » | » | Vapeur. | 60 | Amondruz et Giraudier | » | Cont. 110 v. et tr. 150 v. | 2 fils. Transformateurs. | » | Alimente Bourg-les-Valence. |
| Nyons | 3 611 | *Société Nyonssaise électrique* | 1903. | Public et part. | Turbine et vap. | 50 | Alt. triph. de 3500 v. | A. | Cont. 150 v. | Transformateurs. Commutatrice. Acc. Tudor. | » | 50 fr l.-an et 0,75 fr le kw-h. |
| Chateauneuf-du-Rhône | 1 089 | *Mast* | 1903. | » | Vapeur. | » | » | » | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Donzère. |
| Livron | 4 320 | *Société électrique* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | » | Triph. 50 p:s. 3600 v. | 120 v. | » | Alimente Allex. |
| La Bégude-de-Mazenc | 1 517 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2500 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Bourdeaux | 1 107 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continu. | 140 v. | » | |
| Peyrus | 508 | *Souffre* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Rémuzat | 507 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 115 v. | » | |
| Les Petits-Robins | 315 | *Sayn* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Saint-Uze | 1 646 | *Abel Roux* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 150 v. | » | |
| Tulette | 1 541 | *M. Ville* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 150 v. | » | |
| Andancette | 614 | *Société Grenobloise de Force et de Lumière* | » | — | Usine d'Avignonnet (Isère). | » | » | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Anneyron | 2 600 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Rambert-d'Albon | 2 142 | | | | | | | | | | | |
| Bourg-de-Péage | 4 950 | | | | | | | | | | | |
| Charmes | 815 | | | | | | | | | | | |
| Chatillon-Saint-Jean | 839 | | | | | | | | | | | |
| Génissieux | 645 | *Société des Forces motrices du Vercors* | » | — | Usine du Bournillon (Isère). | » | » | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | Transf. 150 v. | » | |
| Hauterive | 1 773 | | | | | | | | | | | |
| Less | 1 012 | | | | | | | | | | | |
| Margès | 622 | | | | | | | | | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mours | 330 | | | | | | | | | | | |
| Peyrins | 1 404 | | | | | | | | | | | |
| Romans | 17 140 | *Société des forces motrices de Vercors* | » | Public et part. | Usine du Bournillon (Isère). | » | » | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | Transf. 150 v. | » | |
| Tersanne | 423 | | | | | | | | | | | |
| Triors | 305 | | | | | | | | | | | |
| Valence-sur-Rhône | 26 946 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Nazaire-en-Royans | 720 | *P. Froment* | » | — | Usine d'Auberive-en-Royans. | » | » | A. | Triph. 3600 v, 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Saint-Turquois | 238 | *E. Rouquier* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Bouchet, Rochegude, Suze-la-Rousse. |
| **Eure.** | | | | | | | | | | | | |
| Montfort-sur-Risle | 611 | *A. Hébert* | Oct. 1888. | Public et part. | Roue hydraul. | 12 | Gramme-Hébert | A. | Cont. 110 v. | Accumulateurs. | Néant. | Alimente Saint-Philibert. |
| Lyons-la-Forêt | 1 223 | *Meurdrac* | Sept. 1891. | Public et part. | Hydraulique. | 16 | 2 Lavo de 6 kw. | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | Néant. | Forfait et compteur. |
| Cormeilles | 1 214 | *Hébert et Visto* | Sept. 1892. | Public et part. | Roue hydraul. | 17 | Manchester | A. | Cont. 110 v. | Accumulateurs. | Néant. | 5 fr lampe-mois 16 b. |
| Les Andelys | 5 923 | *Meurdrac* | 1892. | Particuliers. | Vapeur. | 50 | Desroziers | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | |
| Etrépagny | 2 095 | *Municipalité* | Janv. 1893. | Public et part. | Moteurs à gaz. | 65 | 2 Labour-Manchester. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. Accum. Tudor. | Néant. | |
| Ivry-la-Bataille | 1 032 | *Henry Gy et Cie* | Sept. 1894. | Public et part. | Moteur à gaz. | 80 | Alt. triph. | A. | Triph. 220 v. 50 p:s. | Transformateurs. | Néant. | Forfait et 1,20 fr le kw-h. |
| Rugles | 1 732 | *Brémontier et Duchesne* | 1er J. 1895. | Particuliers. | Roue hydr. 25 Mot. à vap. 20 | 45 | Siemens et Soc. électrique du Nord | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | Néant | Forfait et 1,20 fr le kw-h. |
| Gisors | 4 170 | *Duchesne* | » | » | Hydraulique. | 50 | » | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Pont-Audemer | 5 739 | *A. Hébert et Visto* | Juillet 1893. | Particuliers. | 2 turb. de 60. 1 gaz pauvre. | 160 | Jacquet | A. | Continus. | 2 fils, 2 . 110 v. | 31 | Forfait. 3,30 fr l.-mois 10 b. 0,90 fr le kw-h. |
| Neubourg | 2 500 | *Maurice Préel* | 1891. | Particuliers. | 2 vap. de 75. | 150 | Sautter-Harlé et Compagnie gén. de Nancy | A. | Cont. et triph. 4000 v, 50 p:s. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | 40 | Alimente Sainte-Opportune, Le Tremblay, Vitot. |
| Louviers | 9 977 | *Compagnie du Gaz* | 1900. | » | Moteur à gaz. | 80 | 2 Alioth | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 125 v. Accum. Tudor. | » | |
| Bernay | 7 966 | *Compagnie centrale du Gaz E. Lebon et Cie* | 1900. | Public et part. | Turb. Laval. | 100 | Labour | A.S. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | 30 | Compteur. 1,5 fr le kw-h. |
| Beaumont-le-Roger | 1 895 | *Boutlier* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Beuzeville | 2 621 | *Lelièvre* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Bourg-Achard | 1 132 | *Valet* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Léry | 1 005 | *Henry Gy* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | — | — | » | |
| Pont-de-l'Arche | 1 808 | *De Cairon* | » | » | » | 20 | » | A. | Cont. 130 v. | 3 fils, 2 . 130 v. | » | Alimente Alizay, Les Damps, Igoville. |
| Le Vaudreuil-St-Cyr | 565 | *Marc Fléchelle* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Alt. 2000 v. 40 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Notre-Dame-du-Vaudreuil, Saint-Etienne, Saint-Pierre-du-Vauvray. |
| Bois-le-Roy | 529 | | | | | | | | | | | |
| Croth | 500 | | | | | | | | | | | |
| Ezy | 1 614 | | | | | | | | | | | |
| La Couture-Boussey | 746 | *Henri Gy et Cie* | 1903. | Public et part. | Turbine et moteur à gaz. (Usine de Saussay. Eure-et-Loir). | 300 | Alt. Labour | A. | Triph. 5500 v. 50 p:s. | Transf. 220 v. | » | Compteurs. |
| Ivry-la-Bataille | 1 034 | | | | | | | | | | | |
| L'Habit | 362 | | | | | | | | | | | |
| Douville | 475 | | | | | | | | | | | |
| Pont-Authou | 468 | *Chardin* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Évreux | 17 766 | *Société électrique locale* | » | » | — | » | » | » | » | » | » | |
| Sainte-Geneviève-les-Gasny | 135 | *Bréant* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 4400 v. | 110 v. | » | Alimente Gasny. |
| Berthenonville | 209 | *Halot* | » | — | — | » | » | A. | Continu. | 220 v. | » | |
| La Ferrière-sous-Risle | 362 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Gravigny | 860 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | NATURE DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pont-Saint-Pierre | 907 | *Vve Leroux* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Continu. | 120 v. | » | |
| Vernon | 8 757 | *Compagnie du Gaz* | » | — | Moteur à gaz. | » | » | A. | — | 2 fils. 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| **Eure-et-Loir.** | | | | | | | | | | | | |
| Illiers | 2 860 | *Compagnie des eaux et de lumière électrique* | 1899. | Public et part. | Vap. de 38 ch. | 38 | 4 Brown-Boveri | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. Accum. Tudor. | Néant. | |
| Nogent-le-Roi | 1 618 | *Meunier Clément* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | Acc. Tudor. | » | Alimente Lormaye. |
| Saussay | 301 | | | | | | | | | | | |
| Anet | 295 | *Henri Gy et Cie* | 1903. | Public et part. | Turbine et moteur à gaz. | 250 | Alt. Labour. | » | Triph. 5500 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| Sorel | 739 | | | | | | | | | | | |
| La Chaussée-d'Ivry | 467 | | | | | | | | | | | |
| **Finistère.** | | | | | | | | | | | | |
| Chateaulin | 3 857 | *Soc. Châteaulinaise d'éclairage électrique* | Mars 1888. | Public et part. | Turb. Lemoine | 50 | Gramme, 200 A. | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | Néant. | Publ. 2600 fr par an. Part. 15 fr l.-an de 10 b. |
| St-Pol-de-Léon | 3 135 | *Soc. locale, de Fages fond.* | Janv. 1892. | Public et part. | V. Davey-Paxm. | 36 | 2 Rechniewski 10 kw. | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. | Néant. | Forfait et compteur. |
| Pont-l'Abbé | 4 120 | *F. Laurent* | 1898. | Public et part. | Turb. et vap. | 50 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 200 v. | 2 fils. | Néant. | |
| Pont-Aven | 1 607 | *Soc. électrique de l'Ouest* | » | » | » | 10 | » | » | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | |
| Quimper | 15 551 | *Soc. électrique de l'Ouest* | » | » | Hydraulique. | 30 | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v Accum. Tudor. | » | |
| Huelgoat | 1 417 | *Soc. électrique de l'Ouest* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Morlaix | 16 086 | *Compagnie centrale du gaz E. Lebon et Cie* | 1903. | Particuliers. | 2 à gaz. | 80 | 2 Labour. | A. | Cont. 440 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Rosporden | 2 069 | *Compagnie électrique de l'Ouest* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Guipavas | 5 221 | *Jacq* | » | » | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2000 v. | 120 v. | » | Alimente Kerhuon et le Relecq. |
| Brest | 84 284 | *Compagnie des Tramways* | » | » | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 550 v. | » | |
| Scaer | 6 243 | *Fournier, Le Ray* | » | » | Gaz pauvre. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Saint-Pierre-Quilbignon | » | *Durand* | » | » | » | » | » | A. | — | 2 fils, 150 v. Accum. Tudor. | » | |
| **Gard.** | | | | | | | | | | | | |
| Le Vigan | 5 199 | *Jean Capion* | 1888. | Particuliers. | Turb. Bonnet. | 30 | Jaspar, 45 A. | A. | Cont. 125 v. | En dérivation. | 36 | 42 fr carcel-année. |
| Nimes | 66 905 | *Société Nimoise d'éclairage et Sud-Electrique* | Juill. 1890. | Public et part. | 3 vap. Bietrix. (secours). | 600 | Commutatr. et transf. | A.S. | Alt. 15 000 v. Cont. 120 v. 50 p:s. | Tr. Labour, 120 v. | 28-30 | Alimente Margueritte et Mas-de-Bourgès. |
| Lasalle | 2 350 | *De Rougemont* | Avril 1890. | Public et part. | Vap. et hydr. | 30 et 35 | Belfort, 15 kw | S.A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | 38-40 fr l.-an 10-16 b |
| Collias | 596 | *Municipalité* | 1890. | Public et part. | Turbine. | 12 | Edison, compound. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | |
| | | | | Public et part. | Stat. à Nimes. | » | | A. | Alt. 5000 v. | Transf. 110 v. | » | Compteurs. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alais | 24 580 | *de la ville d'Alais* | [illegible] | [illegible] | Rich. 150 ch. | 1200 | 1 alt. Brown-Boveri | | | | | |
| Saint-Gilles | 5 248 | *Guttin* | Avril 1899. | Public et part | 3 gaz pauvre. | 100 | Grammont | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | » | Compteur. 0,60 fr le kw-h |
| Codognan | 820 | | | | | | | | | | | |
| Aigues-Vives | 1 488 | | | | | | | | | | | |
| Aubais | 1 417 | | | | | | | | | | | |
| Gallargues | 1 825 | | | | | | | | | | | |
| Aimargues | 2 751 | | | | | | | | | | | |
| Beauvoisin | 1 650 | | | | | | | | | | | |
| Bernis | 885 | | | | | | | | | | | |
| Le Cailar | 1 516 | *Sud Électrique* | 1900. | Public et part. | 2 vap. de 130, 1 turb. de 150. (Us. de secours) | 400 | Alternateurs . . . Compagnie gén. électrique de Nancy. | A. | Alt. simple. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Réseau alimenté par les chutes de la Vis (Hérault). |
| Générac | 2 080 | | | | | | | | | | | |
| Grand-Gallargues | 1 887 | | | | | | | | | | | |
| Milhaud | 1 586 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Laurent-d'Aigouze | 2 310 | | | | | | | | | | | |
| Uchaud | 1 071 | | | | | | | | | | | |
| Vauvert | 4 621 | | | | | | | | | | | |
| Vergèze | 1 802 | | | | | | | | | | | |
| Aigues-Mortes | 3 625 | *Société électrique des Pyrénées* | 1900. | » | 2 vap. Buffaud et Robatel. 1 vap. Crépelle. | 160 | 3 alt. triph. Alioth | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. Alioth. | » | Alimente le Grau-du-Roi. |
| Saint-Ambroix | 2 875 | *Société d'éclairage électrique d'Alais* | 1898. | Public et part. | Vapeur. | 24 | 2 Brown-Boveri. . . | A.S. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Villeneuve-les Avignon | 2 755 | *Municipalité* | 1903. | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Barjac | 1 655 | *M. Arifon* | 1904. | Public et part. | Us. de Salavas. | 50 | Alt. Grammont. . . | A. | Alt. 3600 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Comps | 638 | *Sud Électrique* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3500 v. | 120 v. | » | |
| Saint-Laurent-le-Minier | 1 176 | *Société des Mines de Malines* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Continu. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Tamaris | 1 442 | *Compagnie des Mines* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 110 v. | » | |
| Aramon | 2 615 | | | | Usines du | | | | | | | |
| Valabrègues | 1 895 | *Sud Électrique* | » | — | Sud Électrique. | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| **Garonne (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| Grenade-s.-Garonne | 5 924 | *Antonin Jougla jeune* | 1887. | Public et part. | 2 turbines. | 50 | Belfort et Th.-Houston | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | 1 centime par bougie et par jour. |
| Toulouse | 149 965 | *Cie du Gaz* | 1888. | Public et part. | Vapeur. | 2 de 100 | Brown-Boveri. . . | S. | Cont. 110 v. Alt. 2400 v. 50 p:s. | 110 v. | 26 | Publ. 0, 53 fr le kw-h. |
| | | *Soc. Toulousaine d'électric.* | 1888. | Public et part. | 4 turb. Girard. 4 vap. 300 ch. | 2300 | Thury-Schneider 105 kw . . . . . | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, accum. | 26 | Forf. ou 1,15 fr kw-h, force motr. 500 fr chev.-an. |
| Villemur-sur-Tarn | 3 944 | *A. Brusson* | Oct. 1897. | Public et part. | Turbine. | 100 | F. Henrion et Belfort. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | Néant. | 36 fr l.-an 16 b. |
| L'Isle-en-Dodon | 2 340 | *Société locale* | 1889. | Public et part. | Turbine. | 40 | Belfort, 140 a. . . . | A. | Cont. 130 v. | En dérivation. Accum. Tudor. | Néant. » | Forfait. |
| Auterive | 2 807 | *F. Ravigne* | 1893. | Public et part. | Turb. Hercule. | 60 | Grammont . . . . . | A. | Alt. 66 p:s. | Transformateur 2000/120 v. | Néant. | |
| Villefranche-Lauraguais | 2 556 | *Municipalité* | 1897. | Public et part | Vapeur. | 60 | Amelin et Renaud. . | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | |
| Muret | 4 064 | *Barlié* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Fousseret | 2 052 | *Montauriol* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Cazères | 2 710 | *Municipalité* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Bagnères-de-Luchon | 3 720 | *Société Luchonnaise d'éclairage* | 1902. | Public et part. | — | 300 | Comp. gén. Nancy et Westinghouse. . . | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Montesquieu-Volvestre | 3 153 | » | » | » | » | » | Comp. gén. Nancy. | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈMES DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ausson | 410 | *Société anonyme locale.* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 5000 v. | 110 v. | » | Alimente Montréjeau, Valentine, Gourdau, Labarthe. |
| Arbas | 641 | *Robert* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 250 v. | » | |
| Aulon | 822 | *Lozes* | » | — | — | » | » | A. | — | 200 v. | » | |
| Aspet | 2 015 | *Castex* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.150 v. | » | |
| Pointis-Inard | 1 030 | *Capelong* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Rieux | 1 586 | *Delrieu* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Saint-Béat | 944 | *Société des Carrières.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 2200 v. | Tr. 120 v. | » | |
| Saint-Martory | 1 051 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Salies-du-Salat | 1 052 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Revel | 5 427 | *M. Boudeau.* | » | — | Usine de Durfort (Tarn). | » | » | A. | Triph. 5500 v. 50 p : s. | Tr. 150 v. | » | |
| **Gers.** | | | | | | | | | | | | |
| Plaisance-du-Gers | 1 834 | *Rosapelly* | Janv. 1893. | Public et part. | 2 turbines. | 34 | 2 Gramme, 9,5 kw.. | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | Publ. 1000 fr 32 l.-an 16 b. Part. forfait suiv. durée. |
| Auch | 9 313 | *Cartier et Cie* | 1896. | Particuliers. | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | En dérivation. | 35 | 1,10 fr le kw-h. Police de 5 années. |
| Samatan | 2 259 | *Troyes et Cie* | 1897. | Public et part | Turbine de 40. | 40 | 2 Belfort. | A. | Continus. | 3 fils. | Néant. | 36 fr lampe-an 16 b. |
| Vic-Fezenzac | 3 508 | *Chassing et Lacombe.* | 1903. | » | Hydraulique. | » | Comp. gén. Nancy | » | Triph. 5000 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | » | |
| Castera | 860 | | | | | | | | | | | |
| Verduzan | » | *M. J. Laffargue* | 1905. | Public et part. | — | 50 | Alt. Belfort. | A. | Triph. 2000 v. 50 p : s. | Tran-f. 120 v. | » | |
| Jeguin | » | | | | | | | | | | | |
| Saint-Clar | 1 516 | *M. J. Laffargue* | 1906. | — | — | 50 | Alt. Belfort. | A. | Triph. 2500 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | » | |
| Villecomtal-Arros | 725 | *Daguzan-Fréchelle* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s 3000 v. | 120 v. | » | |
| L'Isle-de Noé | 772 | *Camourtères.* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 115 v. | » | |
| Lombez | 1 458 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.115 v. | » | |
| Marciac | 1 484 | *Aylies-Fontagnères.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p : s. 3200 v. | 115 v. | » | |
| Masseube | 1 502 | *Béros* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 240 v. | » | |
| Mauvezin | 2 264 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. Acc. Tudor. | » | |
| Miélan | 1 538 | *Aylies* | » | — | — | » | » | A. | Triph 50 p : s. 3200 v. | 120 v. | » | |
| Salomiac | 640 | *Fontagnères.* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 220 v. | » | |
| **Gironde.** | | | | | | | | | | | | |
| Bordeaux | 256 906 | *Société française de distributions et de constructions électriques* | 1894. 1895. 1896. | Particuliers. | Demange et Satre. Sautter-Harlé. Chaligny. Corliss. 2 Carett. | 850 | Thury-Labour. Sautter-Harlé. Alioth. Decauville. | A. | Continus. | 3 fils, 2.120 v. | 17 | Tarif mobile Brown et Routin. 0,50 à 0,40 fr le kwh, tarif A ; 0,90 à 1,10 fr le kw-h, tarif B. Ville où la distribution d'énergie est libre, sans |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Versein et Chantecaille.* | 1900. | Particuliers. | » | 1200 | Belfort. | A. | 50 p : s. Cont. 280 v. | | 17 | | |
| | | *Soc. d'Écl. électr. de Bordeaux et du Midi* | 1887. | Particuliers. | Vapeur. Sulzer. | 3200 | Postel-Vinay et Oerlikon | A.S. | Cont. 110 et 220 v. | 3 fils. | 17 | Forf. et 1 fr kw-h, c. Aron et Aubert. | |
| Bordeaux | 256 906 | *M. Martin Bussy, fond.* | | | | | | | | | | | |
| | | *Soc. centrale d'Électricité.* | 1892. | Particuliers. | Vapeur. | 450 | Belfort. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, accum. | 17 | Forf. 1 fr kw-h, c. Thomson. | |
| | | *Stat. de Bacalan. M. Renous, fondateur* | 1892. | Particuliers. | Vapeur. | 250 | Sautter-Harlé et Schneider | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, accum. | 17 | Forf. 1 fr kw-h, c. Thomson. | |
| | | *Compagnie du Gaz.* | » | Grand-Théâtre | A gaz. | 60 | Edison. | » | Cont. 110 v. | » | 20 | 35 000 fr par an. | |
| Libourne | 18 016 | *Compagnie du Gaz.* | Mars 1891. | Particuliers. | Vapeur. | 2 de 40 | 2 Rechniewski | A. | Cont. 110 v. | En dériv. accum. | 22 | 1,5 le kw-h. | |
| Lesparre | 4 038 | *V. Taste et Padiras* | Oct. 1895. | Public et part. | 1 vap. Piguet de 70. | 70 | 1 Sautter-Harlé | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | Néant. | Forf. et au compt. 0,80 fr le kw-h. | |
| Coutras | 3 900 | *Sarrazin* | Déc. 1895. | Public et part. | Turbine de 60. | 60 | 2 Amelin et Renaud. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. | » | Alimente Saint-Trélody. | |
| Cadillac, Podensac et Barsac | 2 715<br>1 722<br>1 576 | *A. Herdt* | 1899. | Public et part. | 2 turbines. | 135 | Alt. Belfort. | A. | Triph. 50 p : s. 3000 v. | Transf. 120 v. | » | Forfait et compteur 0,80 fr le kw-h. 24 fr lampe-an 10 b. | |
| Saint-Médard-de-Guizières | 904 | » | 1899. | Public et part. | » | 15 | Gramme de 10 kw. | A. | Continus. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | | |
| La Réole | 4 271 | *Municipalité.* | 1889. | Public. | Hydraulique. | 30 | Brown-Boveri. | A. | Triph. 125 v. | 2 fils, 120 v. | » | | |
| Langon | 3 971 | *Belloc* | » | » | Vapeur. | 200 | 4 Belfort. | » | Cont. 120 v. | » | » | Alimente Saint-Macaire. | |
| Le Bran | » | *Ferrère* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 3000 v. | 120 v. | » | Alimente Beliet, Belin, Salles. | |
| Cérons | 1 443 | *Herdt* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 3100 v. | 120 v. | » | Alimente Barsac, Béguey, Cadillac, Podensac. | |
| Préchac | 1 841 | *Baillion* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 5000 v. | 110 v. | » | Alimente Roaillan, Uzeste. | |
| Audenge | 1 364 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 150 v. | » | | |
| Biganos | 1 987 | *Baudry* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 3 fils 125 v. | » | | |
| La Brède | 1 671 | *Anizan* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 130 v. | » | | |
| Castelnau-de-Médoc | 1 679 | *Rochette* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 120 v. | » | | |
| Lormont | 3 072 | *Tricoche* | » | — | — | » | » | A. | — | 3 fils, 2.220 v. | » | | |
| Preignac | 2 654 | *Municipalité* | » | — | — | » | « | A. | — | 125 v. | » | | |
| Sainte-Terre | 1 750 | *Courtois* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 400 v. | 5 fils, 4.100 v. | » | | |
| La Teste-de-Buch | 7 103 | *Cazenave et Larrouture* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 200 v. | » | | |
| Le Teich | 1 369 | *Garnung* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | | |
| Vendays | 1 711 | *Noguayrède* | » | — | — | » | » | A. | — | 110 v. | » | | |
| Villandraut | 1 122 | *Belin* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 120 v. | » | | |
| **Hérault.** | | | | | | | | | | | | | |
| Montpellier | 62 717 | *Compagnie d'électricité, De Montreval, directeur.* | Juill. 1888. | Public et part. | Vapeur. | 2000 | Edison, Belfort. Écl. électrique. | S. | Continus. | Accum. Tudor. 3 fils, 2 . 110 v. | 20 | 0,20 à 1 fr le kw-h. Usine alim. par le Sud Élec. | |
| | | | | | | | Thomson-Houston. | A. | » | Arcs en série. | » | | |
| Béziers | 41 706 | *Société bitteroise d'énergie électrique* | 1904. | — | Turb. à vapeur. | 500 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 1500 v. | Transf. 110 v. | » | | |
| | | *Cie du gaz du Centre et du Midi* | 1889. | Public et part. | » | 200 | » | » | Alternatifs. | » | » | | |
| | | | | Théâtre. | 2 à gaz de 25. | 50 | Edison. | S. | Continus. | En dérivation. | » | | |
| Agde | 8 478 | *Waller frères et Cie.* | Mars 1891. | Public et part. | 3 turbines. | 90 | Gramme. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils 2 . 110 v. | Néant. | Forfait, bougie-mois. | |
| Capestang | 4 076 | *Tricoche* | Juin 1890. | Public et part. | Vapeur. | 60 | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils. | Néant. | 0,15-0,20 fr l.-jour 10-16 b. | |
| Saint-Geniès-le-Bas | 1 076 | *L. Fitte.* | 1892. | Public et part. | A gaz pauvre. | 20 | Gramme, 125 v. | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | Police de 5 années. 36 fr lampe-an 16 b. | |
| Popian | 140 | *Municipalité.* | Juill. 1892. | Public et part. | Turb. Schabaver | 7 | Rechniewski | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | Néant. | 15 fr l.-an 10 b. | |
| Portiragnes, Cers et Villeneuve-les-Béziers | 619<br>»<br>2 489 | *Montaubin et Vialette* | Avril 1898. | Public et part. | A gaz pauvre. | 60 | Alt. Labour. | A. | Alternatifs. | 2 fils. | Néant. | 36,5 fr lampe-an 16 b. | |
| Saint-Jean-de-Fos | 1 175 | *G. Delmas* | Mars 1893. | Public et part. | Turbine. | 30 | » | A. | Triphasés 120 v. | Transformateurs. | » | 4-6 fr l.-mois 10-20 b. | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gabian | 1 028 | *P. Gilquin* | 1894. | Public et part. | A gaz pauvre. | 16 | Gramme | A. | Continus. | » | » | 56 fr lampe-an 16 b. |
| Florensac et extensions. | 3 752 | *Gilquin* | 1894. | — | 2 turb. 140 ch. 1 turb. de 50. | 330 | Oerlikon | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Pinet, Pomerols, Saint-Thibéry. |
| Marsillargues | 3 507 | | | | | | | | | | | |
| Lunel-Viel | 6 515 | *Sud électrique* | 1900. | — | 2 vap. de 130. 1 turb. de 150. | 410 | Altern. et réseau Sud Électrique | A. | Alt. simple. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Saint-Brès, Saint-Nazaire, Valergue. |
| Lansargues | 1 618 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Thibéry | 2 157 | *Delmas* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Sauvian | 722 | | | | | | | | | | | |
| Sérignan | 3 485 | *Gilquin* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Vendres | 10 152 | | | | | | | | | | | |
| Murviel-les-Béziers | 2 250 | | | | | | | | | | | |
| Cazouls-les-Béziers | 3 476 | *Société locale* | 1898. | Public et part. | Turbines. | 200 | Alt. Grammont | A. | Triph. 3600 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Magalas, Saint-Geniès-le-Bas. |
| Cessenon | 2 057 | | | | | | | | | | | |
| Hérépian | 1 188 | *Municipalité* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Saint-Gervais | 1 690 | *Montaubin et Vialette* | » | » | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Aniane | 2 520 | *Bonniol* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 125 v. | » | Alimente Jonquières, Montpeyroux, Saint-Jean-de-Fos. |
| Bélarga | 336 | *Tricoche* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 500 v. | 5 fils, 125 v. | » | Alimente Aspiran, Campagnan, Paulhan, Plaissan, Saint-Pargoire. |
| Roquebrun | 1 002 | *Fitte* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3600 v. | 120 v. | » | Alimente Causses et Veyran. |
| Truscas | 125 | *Société bitteroise de force et lumière* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 18 000 v. | 110 v. | » | Alimente Abeilhan, Adissan, Antignac, Aires, Bassan, Boujan, Bousquet, Brignac, Cabrières, Camplong, Castelnau, Cazouls, Coulobres, Faugères, Fontès, Gabian, Graissessac, Lamalou, Lezignan, Margon, Neffiès, Le Pouget, Pouzols, Usclas. |
| Béziers | 41 706 | | | | | | | | | | | |
| Cesseras | 648 | | | | | | | | | | | |
| Corneilhan | 1 012 | | | | | | | | | | | |
| Creissan | 580 | | | | | | | | | | | |
| Cruzy | 1 714 | | | | | | | | | | | |
| Félines | 825 | | | | | | | | | | | |
| Lieuran-les-Béziers | 648 | | | | | | | | | | | |
| Lignan | 445 | *Société méridionale d'électricité* | » | — | Usine de Saint-Georges (Aude). | » | » | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| La Livinière | 1 061 | | | | | | | | | | | |
| Maraussan | 1 866 | | | | | | | | | | | |
| Maureilhan | 1 576 | | | | | | | | | | | |
| Montady | 705 | | | | | | | | | | | |
| Nissan | 2 855 | | | | | | | | | | | |
| Oupia | 521 | | | | | | | | | | | |
| Quarante | 2 208 | | | | | | | | | | | |
| Sirran | 959 | | | | | | | | | | | |
| Maureilhan | » | *Société des forces motrices de la Vis* | 1908. | — | Turbines. | 6000 | Alt. triphasé | A. | Tr. 30 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente le réseau du Sud Électrique. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ille-et-Vilaine.** | | | | | | | | | | | | |
| Martigné-Ferchaud | 3 753 | *Compagnie d'éclairage et de force* | » | Public et part. | « | » | » | A. | Cont. 220. | Accum. Tudor. | » | |
| Saint-Méen | 2 971 | *Prugnaud* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Dinard | 5 095 | *Société de la Fusion des gaz* | 1902. | — | Gaz et vapeur. | 350 | Comp. de Fives-Lille. | A. | Triph. 3000 v.<br>Cont. 220 v. | Accum. Tudor.<br>3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Combourg | 5 541 | *Corvaissier* | 1895. | » | Hydraulique. | » | Gramme | » | Cont. 180 v. | 3 fils, 2 . 180 v. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| Paramé | 4 826 | *Société d'Énergie électrique de Paramé* | 1896. | Public et part. | 1 vap. Willans. | 65 | Postel-Vinay | A. | Cont. 115 v. | Accum. Tudor.<br>3 fils, 2 . 115 v. | » | |
| Dol-de-Bretagne | 4 708 | *Sabatier* | 1903. | — | Vapeur. | 60 | Labour. | A. | Continus. | 3 fils, 220 v. | » | |
| Rennes | 74 000 | *Compagnie du gaz* | Oct. 1902. | — | 2 gaz Otto. | 180 | Postel-Vinay | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v.<br>Accum. Union. | 0,30 | Au compteur 1 fr. le kw-h. |
| Saint-Malo | 11 486 | *Compagnie Lebon* | 1903. | — | Gaz. | 35<br>90 | Labour et Hillairet. | A. | Continus. | 3 fils, 2.220 v.<br>Accum. Tudor. | 0,30 | Au compteur 1,30 fr. le kw-h. |
| Saint-Servan | » | | | | | | | | | | | |
| Saint-Briac | 1 960 | *Joubert* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 50 p : s. 3000 v. | 110 v. | » | Alimente Saint-Lunaire. |
| Cancale | 6 549 | *Chevrel* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v.<br>Accum. Tudor. | » | |
| Chateaubourg | 1 230 | *Texier* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 110 v. | » | |
| La Guerche-de-Bretagne | 3 156 | *Lancelot* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Montreuil-sur-Ille | 1 352 | *Rey frères* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Noyal-sur-Vilaine | 2 554 | *Ravallet* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| **Indre.** | | | | | | | | | | | | |
| Neuvy-Saint-Sépulchre | 2 601 | *Municipalité* | 1895. | » | Gaz pauvre. | » | » | » | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Châtillon-sur-Indre | 3 628 | *Compagnie électrique* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Alt. 2400 v. 62 p : s. | Transf. 110 v. | » | |
| Saint-Gaultier | 2 422 | *Jarry* | » | » | Hydraulique. | » | Comp. gén. électr. | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Buzançais | 4 871 | *Dupouy et Goursaud* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Cont. 500 v. | 2 fils, 500 v. | » | |
| **Indre-et-Loire.** | | | | | | | | | | | | |
| Tours | 63 267 | *Compagnie d'éclairage par le gaz de la ville de Tours* | Janv. 1886. | Public et part. | Turbines Brown-Boveri<br>3 vap. Weyher. | 450<br>400 | 1 Brown-Boveri.<br>3 Belfort. | A.<br>S. | Cont. 125 v. | Accum. Tudor.<br>3 fils, 2 . 125 v. | 25 | 1 fr le kw-h. La Compagnie d'éclairage a succédé en 1890 à la Compagnie internationale qui employait du courant alternatif à 1250 volts avec transformat. Gaulard. |
| Azay-le-Rideau | 2 280 | *Soc. anonyme d'électricité* | » | » | 2 turbines. | 36 | Fallou | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Bléré et La Croix | 3 269<br>1 212 | *A. Poirier et Cie* | 1898. | Public et part. | 1 à gaz. | 32 | Soc. électr. du Nord. | A. | Continus. | En dérivation. | 30 | Forfait et compteur. |
| Athée | 1 157 | *Société du gaz Bléré-Lacroix* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph, 50 p : s. 3000 v. | 120 v. | » | Alimente Bléré, Lacroix en continu 110 v. |
| Cinq-Mars-la-pile | 2 010 | *Warnecke* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Loches | 5 161 | *Compagnie du gaz pour la France et l'Étranger* | » | — | Gaz. | » | » | A. | Cont. 140 v. | 3 fils, 2 . 140 v.<br>Accum. Tudor. | » | |
| Monts | 1 450 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Sainte-Maure-de-Touraine | 2 612 | *Société électrique de Sainte-Maure* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 210 v. | 2 fils, 210 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Isère.** | | | | | | | | | | | | |
| Grenoble | 64 000 | *Soc. des forces motrices du Haut-Grésivaudan et Soc Grenobloise* | 1889. | Public et part. | Turb. et vap. (Us. de Breda). | 2000 | Ganz et Oerlikon | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. Labour et Grammont. | 27 | Alimente Barraux, Chapareillan, Pontcharra. |
| | | *Société de la Romanche* | 1904. | Public et part. | Usine de Livet. | 5000 | Usine de Livet | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Grenoble et Voiron | 8 039 | *Carrière et Cie* | 1901. | Public et part. | Turbines. | 350 | Alt. Grammont et Oerlikon | A. | Altern. triph. 15000 v. | Tr. Grammont et Labour. | 27 | 0,60 fr le kw-h. |
| Grenoble | 64 000 | *Société Grenobloise de force et lumière* | Fév. 1905. | Public et part. | Turb. Picard. Usines d'Avignonnet et de Séchilienne. | 19 450 | 10 alt. Schneider | A. | Triphasés 26000/15000 v 50 p:s. | Tr. Schneider. 110 v. | » | Alimente Moirans, Peychagnard, Saint-Egrève, Sinard, Trept. Distance max. 180 km. |
| Avignonnet | 209 | | | | | | | | | | | |
| La Motte d'Aveillans | 2 495 | | | | | | | | | | | |
| La Tour-du-Pin | 3 704 | | | | | | | | | | | |
| Bourgoin | 6 659 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Victor-de-Cessieu | 1 076 | | | | | | | | | | | |
| Pont-de-Claix | 905 | | | | | | | | | | | |
| Charavines | 1 042 | | | | | | | | | | | |
| Oyeu | 686 | | | | | | | | | | | |
| Virieu-sur-Bourbre | 954 | | | | | | | | | | | |
| Vienne | 24 977 | | | | | | | | | | | |
| Bournillon | » | *Société anonyme immobilière des forces motrices du Vercors* | Nov. 1905. | Public et part. | 3 turb. de 1200. Usine de Bournillon. | 3600 | 3 alt. Schneider | A. | Triphasés 56000/4000 v. et 120 v. | Tr. Schneider. 120 v. | » | Alimente Auberive, Beaurepaire, Chatelus, Cour et Buis, Eyzin, Jardin, Primarette, St-André, Saint-Hilaire, St-Just, Saint-Lattier, Vienne. |
| Pont-en-Royans | 1 052 | | | | | | | | | | | |
| Romans | 16 702 | | | | | | | | | | | |
| Bourg-de-Péage | 4 982 | | | | | | | | | | | |
| Moirans | 1 301 | *Société hydro-électrique de Fures et de Morge* | 1905. | Public et part. | 5 turb. de 1350. 2 turb. de 150. Us. de Champ. | 7000 | Alt. Brown-Boveri. 50 p:s. | A. | Tr. 26000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Allières, Briet, Claix, Coublevie, La Croix-Rouge, Gières, Uriage, Grenoble, La Mure, N.-D.-de-Vaux, Saint-Jean. |
| Voiron | 12 022 | | | | | | | | | | | |
| Rives | 3 052 | | | | | | | | | | | |
| Charavines | 1 042 | | | | | | | | | | | |
| Tullins | 4 740 | | | | | | | | | | | |
| Fures | 819 | | | | | | | | | | | |
| Varces | 720 | *J. Perret* | Sept. 1891. | Public et part. | Turbine. | 15 | Breguet, 7 kw | A. | Cont. 100 v. | En dérivation. | Néant. | 80 lampes installées. |
| Livet | 1 415 | *Société de la Romanche* | 1904. | — | 2 turbines. | 5000 | 2 alt. Brown-Boveri. | A. | Tr. 33000 v. 50 p:s. | Tr. Brown-Boveri | » | Éclairage de Grenoble. |
| Beaurepaire | 2 779 | *Villa* | 1886. | — | Hydraulique. | 20 | » | A. | Tr. 3000 v. 50 p:s. | Tr. 110 v. | Néant. | Forfait. |
| Rives | 3 052 | *Soc. Rivoise d'écl. élect.* | 1886. | 2 usines. | Turbine. | 50 | 2 Schuckert | A. | Cont. 220 v. | 3 fils. | » | |
| | | | | | | | 1 Edison, 16 A. | A. | Alt. 2220 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Claix | 1 250 | *Lafond* | Juin 1887. | Public et part. | Roue hydr. | 10 | F. Henrion | A. | Cont. 100 v. | En dérivation. | Néant. | |
| Pont-de-Claix | 905 | *Vve Crozel* | 1887. | — | Turbine. | 10 | Gramme, 45 A. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | |
| Pontcharra-sur-Bréda | 2 352 | *Claude Appecel* | 1887. | — | Turbine. | 2000 | Altern. triph. Alioth. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Alioth et Grammont. 120 v. | Néant. | Alimente Montmélian. |
| Grand-Lemps | 1 941 | *Soc. Rivoise d'électricité* | 1888. | — | Vapeur. | 17 | 2 Gramme, 60 A. | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | |
| Villard-de-Lans | 1 846 | *Municipalité* | 1888. | — | Hydr. et vap. | 100 | Alt. Thomson Houston 2 Gramme, 70 A. | A. | Alt. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Autrans, Lans, Méandre. |
| Vizille | 4 516 | *Martin* | Oct. 1888. | — | Turbines. | 1800 | 2 Oerlikon | A. | Triph. 5200 v. | Transf. 110 v. | 30 | 3,5-4-5 fr l.-mois 10-12-16 h. |
| Vinay | 2 684 | *J. Perret* | 1890. | — | Turbine. | 30 | Mordey, 18 kw | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. Continus. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente L'Albenc et St-Marcellin. |
| Domène | 1 878 | *Coche et Chapuis* | Juill. 1892. | Tr. de f. motr. Public et part. | Hydraul. 75. | 275 | Hillairet | A. | Alt. 2400 v. 42 p:s. | 2 fils. 105 v. | » | |
| | | | | | | | | A. | Cont. 110 v. | | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lancey (Grésivaudan) . . | 1 940 | *Bergès* . . . . . | 1897. | Particulier. | Hydr. ch. 500 m. | 1200 | 3 alt. Oerlikon. . . Alt. Labour 1200 . . | A. | Alt. 12 000 v. 42 p:s. | Tr. Grammont et Labour. 120 v. | Néant. | La Croix-Rouge, Domène, Gières, Uriage, Meylan, Saint-Martin, Saint-Ismier, Saint-Nazaire, la Tronche, Villard. |
| Saint-Robert. . . . . | 171 | *Poulat*. . . . . | Déc. 1892. | Public et part. | Turbine. | 136 | Hillairet-Huguet . . | A. | Alt. 2200 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente Saint-Egrève. |
| Voreppe. . . . . | 2 908 | *Allard, Nicolet et Cie*. . . | 1892. | — | Turb. Bouvier. | 30 | Mordey, 18 kw. . | A. | Alt. 1000 v. 80 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente Chevalon et La Malossane. |
| Le Péage-du-Roussillon . | 1 622 | *Bullion*. . . . . | Janv. 1893 | — | Vap. Marshall. | 25 | Siemens . . . . . | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | Contrat annuel. |
| Veurey . . . . . | 690 | *Bourjat* . . . . . | Juill. 1893. | — | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | 36 fr lampe-an de 10 b |
| Vienne. . . . . | 24 977 | *Société d'Éclairage électrique*. . . . . | 1893. | Particuliers. | 5 vap 120. | 600 | 5 altern. de 60 kw. . | A. | Alt. 2000 v. | Alt. et cont. 110 v. | » | |
| Saint-Geoire. . . . . | 2 087 | *Millat*. . . . . | 1895. | Public et part. | Turb. Brenier et Neyret. | 60 | 4 Zipernowsky . . . | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | |
| La Terrasse, Lumbin, Crolles. . . . . | 905 » 1 167 | *Rossignol* . . . . . | » | Public et part. | Hydraulique. | 50 | Alioth . . . . . | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transform. 110 v. | Néant. | Alimente Bernin et Le Touvet. |
| Chapareillan. . . . . | 2 179 | *Société des forces motrices du Haut-Grésivaudan*. . | Mai 1895. | Public et part. | 2 turb. de 400. 2 turb. de 200. | 1200 | 2 alt. Labour de 240 2 alt. Ganz. . . . . | A. | Alt. 5500 v. | 2 fils | » | Forfait et compteur. 0,90 le kw-h. |
| Barraux . . . . . | 1 158 | | » | Public et part. | Usine de Chapareillan. | » | » | » | » | » | » | |
| Gières . . . . . | 1 134 | *Arvet-Touvet*. . . . . | 1895. | Public et part. | Turb. Brenier et Neyret. | 25 | 1 Gramme 120 v . . | A. | Cont. 220 v. | 3 fils. | » | |
| Roybon . . . . . | 1 842 | *Granjean* . . . . . | 1895. | Public et part. | Turb. Brenier et Neyret. | 40 | 2 Gramme 120 v. . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 110 v. | » | |
| Uriage et Saint-Martin | 1 917 » | *De Saint-Ferréol*. . . . | 1896. | Public et part. | 2 turb. de 175. | 350 | Thury et Postel-Vinay | A. | Cont. et Alt. 220 v. | 3 fils. Acc. Tudor. | Néant. | |
| Allevard-les-Bains . . | 2 726 | *Municipalité*. . . . | 1897. | Public et part. | Hydraulique. | 880 | 2 alternat. Labour de 75 kw et Brown-Boveri. . . . . | A. | Alt. 2500 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | |
| Fontaine et Sassenage. . | 1 349 1 040 | *Thorrand* . . . . . | 1897. | Public et part. | Hydraulique. | 450 | Alternateur Labour triphasé . . . . . | A. | Alt. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | Néant. | Éclairage de 7 villages. |
| Mens. . . . . | 1 364 | *Municipalité*. . . . . | 1899. | Public et part. | Turbines. | 300 | Alt. Grammont. . . | A. | Altern. triph. 5000 v. 50 p:s. | 3 fils. Transf. 110 v. | » | Alimente Pariset. |
| Les Abrets . . . . . | 1 245 | *Société anonyme*. . . . | 1900. | » | » | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. | » | |
| Auberive-en-Royans et la Sône . . . . . | 354 731 | *Fromant*. . . . . | 1896. | Public et part. | Turbine. | 50 | Alt. Grammont. . | A. | Triph. 3600 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Chatte et Saint-Just-de-Claix. |
| Pont-de-Chéruy . . . . | 2 000 | *Termoz* . . . . . | 1900. | Public et part. | Turbine Diéderichs. | 60 | Alt. Grammont syst. Mordey. . . . . | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Belmont et Chavanoz. |
| Meyzieu. . . . . | 1 995 | *Municipalité*. . . . . | 1898. | Public et part. | Vap. Piguet. | 50 | 2 Grammont . . . . | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | » | |
| Saint-Pierre-de-Chartreuse . . . . . | 1 285 | *Jules Cestier*. . . . | » | » | » | » | » | » | Alt. 110 v. 50 p:s. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Bonne-sur-Menoge . . . | » | *Baudin* . . . . . | 1902. | Public et part. | Hydraulique. | 15 | Belfort. . . . . | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Boëge . . . . . | » | *Baudin* . . . . . | 1904. | Public et part. | — | 15 | Belfort. . . . . | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Côtes-de-Sassenage . . . | » | *Société d'énerg. électrique de Grenoble et Voiron*. | 1907. | Fonctionnant en parallèle. | Turbines. | » | Alt. Grammont . . . | A. | Tr. 15 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Grenoble, Coublevie, Fures, Moirans, Tullins, Voiron, Vourey, Noyarey. |
| Engins . . . . . | 402 | | 1907. | | Turbines. Vap. réserve. | 1200 | Alt. Labour et Oerlikon . . . . . | A. | Tr. 15 000 v 50 p:s. | | | |
| Le Gua. . . . . | 1 014 | *J. Bois* . . . . . | 1907. | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Vif. |
| **Mésage. . . . . .** | » | *Société de Fures et de Morges* . . . . . | 1907. | — | — | 900 | Alt. Oerlikon. . . . | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Fonctionne en parallèle avec l'usine du Drac. |
| **Rives-sur-Fure. . . . .** | 3 110 | *Soc. Rivoise d'éclairage*. | 1906. | » | Hydraulique. Vap. réserve. | » | » | A. | Triph. 2200 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Grandlemps et Renage. |
| **Saint-Bonnet-de-Mure. .** | 740 | *Société électrique de Saint-Bonnet* . . . . . | 1906. | » | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s, | Transf. 110 v. | » | Alimente Heyrieux, St-Quentin, La Verpillière, Villefontaine. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bourg-d'Oisans | 2 618 | *Delminique et Cie* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 200 v. | » | |
| La Chapelle-du-Bard | 750 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Clelles-en-Trièves | 602 | *Corréard* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Entraigues | 525 | *Société électrique d'Entraigues* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Goncelin | 1 350 | *Bourgeat* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Izeaux | 1 876 | *Prudent* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Laffrey | 390 | *Didier* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Montalieu-Vercieu | 2 125 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Le Périer | 532 | *Valet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Pinsot | 600 | *Bressand* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Étienne et Saint-Geoirs | 1 615 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Jean-de-Bournay | 3 285 | *Mme Bonnet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Saint-Jean-de-Moirans | 1 477 | *L. Brou* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 110 v. 50 p:s. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Maurice-en-Trièves | 335 | *Corréard* | » | — | — | » | » | A | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| St-Siméon-de-Bressieux | 2 349 | *L. Durand* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Saint-Symphorien-d'Ozon | 1 843 | *Guillet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Theys | 1 800 | *Barriot* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 75 v. | 3 fils, 2.75 v. | » | |
| Valbonnais | 1 110 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Virieu-sur-Bourbre | 1 057 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 105 v. | 2 fils, 105 v. | » | |
| Les Abrets | 1 818 | | | | | | | | | | | |
| Aoste | 1 298 | | | | | | | | | | | |
| Les Avenières | 4 015 | | | | | | | | | | | |
| La Batie | 1 302 | | | | | | | | | | | |
| Chimilin | 1 417 | | | | | | | | | | | |
| Corbelin | 2 215 | | | | | | | | | | | |
| Curtin | 330 | | | | | | | | | | | |
| Dolomieu | 2 291 | | | | | | | | | | | |
| Fitilieu | 1 124 | *Société hydro-électrique du Guiers* | » | — | Usine de Chaille (Savoie). | » | » | A. | Tr. 15 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. et 200 v. | » | |
| Pont-de-Beauvoisin | 2 010 | | | | | | | | | | | |
| Romagnieu | 1 590 | | | | | | | | | | | |
| Saint-André-le-Gaz | 1 343 | | | | | | | | | | | |
| St-Albin-de-Vaulserre | 460 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Bueil | 755 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Jean-d'Avelane | 605 | | | | | | | | | | | |
| Thuelin | 481 | | | | | | | | | | | |
| Veyrins | 1 125 | | | | | | | | | | | |
| Vézéronce | 1 137 | | | | | | | | | | | |
| Corps | 1 104 | *Chabrand et Goudet* | » | — | Usine de St-Firmin-en-Valgodemard (Hautes-Alpes). | » | » | A. | Tr. 11 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Entre-Deux-Guiers | 964 | *Lidière* | » | — | Usine des Échelles (Savoie). | » | » | A. | Triph. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Cernon (Gorges du) | » | *Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 10 000 v. | Transf. 120 v. | » | En parallèle avec l'usine du Bréda. |

Digitized by Google

Jura.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Champagnole | 3 676 | *Ritter* | Déc. 1890. | Public et part. | 2 turbines. 1 mot. gaz Riché | 120 | Bovy et Amoudruz, 60 kw. | A. | Alt. 4000 v. 50 p:s. et cont. 120 v. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Cramans, Mouchard, Villers. |
| Saint-Laurent-du-Jura | 1 015 | *Villet* | » | — | » | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Lons-le-Saunier | 12 610 | *Ch. Melet* | Août 1893. | Particuliers. | Vapeur. | 30 | Brown-Boveri | A. | Continus. | 3 fils, 175 v. | 30 | Forfait, comp. Thomson. Polices de 10 années. |
| Arinthod | 966 | *Union électrique* | 1894. | Public et part | Turbine. | 20 | Oerlikon. L. Court et Cie de 15 | A. | Cont. 175 v. | 3 fils, 2.175 v. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| Saint-Amour | 2 109 | *Société locale* | Oct. 1895. | Public et part. | Turb. de 40. Vap. de 50. | 90 | Thury | A. | Continus. | En dérivation. | » | Contrat annuel |
| Orgelet | 1 257 | *Vergnes de Castelpers* | 1896. | Public et part. | Hydraulique | » | Altern. triphasés | A. | Triphasés. | Transformateurs. | Néant. | Forfait. |
| Saint-Claude | 10 146 | *Société Union électrique* | 1900. | Public et part. | 4 turb. Picard de 750. | 3000 | Oerlikon. | A. | Triph. 7500 v. 50 p:s. Cont. 200 v. | Transf. 190 v. | 32 | Alimente Avignon, Cinquétral, Longchaumois, Morbier, Morez. |
| Dôle | 14 457 | *Société électrique* | » | — | » | 400 | 2 alt. Alioth. | » | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Chaussin | 1 209 | *Darnaud* | » | — | » | » | » | » | Cont. 135 v. | 2 fils, 135 v. | » | |
| Pont-de-Poitte | 693 | *Jannier* | » | — | » | » | » | » | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Septmoncel | 1 456 | *Mutuelle élec. du Haut-Jura* | » | — | » | » | » | » | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. 120 v. | » | Alimente Les Bouchoux, Haute-Molune, Les Moussières. |
| Canton de Nozeroy | 6 722 | *Compagnie électrique du Jura-Doubs* | 1903. | Public et part. | Turbines. | 500 | Alt. Labour. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Assure, Bief-du-Fourg, Billecul, Censeau, Chapois, Charbomy, Charency, Cuvier, Esserval, La Favière, Fraroz, Magasin, Froidefontaine, Gillois, Larderet, Molpré, Mignovillard, Les Nans, Onglières, Petit-Villard, Plénise, Rix, Vers. |
| Saint-Lupicin | 805 | *Les fils d'Émile Tournier* | 1903. | Public et part. | » | 200 | 2 Belfort. | A. | Triph. 3300 v. 50 p:s. | Transf. Belfort. | » | |
| Arbois | 4 240 | *Municipalité* | 1904. | Public et part. | Gaz pauvre. | 55 | 2 Belfort. | A. | Cont. 150 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.150 v. | » | Alimente Les Crozets, Cuttura, Leschères, Ravilloles. |
| Port-Lesney | 601 | *Billet* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 165 v. | 3 fils, 2.165 v. | » | |
| Lavans-les-Saint-Claude | 758 | *Société de Lavans* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 50 p:s. 2000 v. | 120 v. | » | Alimente Saint-Lupicin. |
| Mijoux | 25 | *Union hydro-électrique* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 50 p:s. 3000 v. | 110 v. | » | Alimente Lajoux, Lamoura. |
| Moulin-des-Malades | » | *Charne* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 50 p:s. 5000 v. | 110 v. | » | Alimente Etrépigny, La Barre, Orchamps. Rans. |
| Saut-Mortier | » | *Société Union électrique* | » | — | — | » | » | A. | Cont. et triph. 26 000 v 50 p:s. | 3 fils, 220 v. Alt. 120 v. | » | Alimente Arinthod, Cernon, Chassal, Jeure, Lavans, Lect, Moirans, Vescle, Molinges, Montcusel, St-Claude, Viry. |
| Sirod | 529 | *Bazinet* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 50 p:s. 3000 v. | Triph. 120 v. | » | Alimente Equevillon, Sapois. |
| Clairvaux | 940 | *Chauvin* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. Accum. Tudor. | » | |
| Foncine-le-Bas | 1 136 | *Berrod* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 80 v. | » | |
| Fraisans | 2 617 | *Bossert* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 220 v. | » | |
| Gevingey | 563 | *Clausse* | » | — | Pétrole. | » | » | A | Continus. | 50 v. | » | |
| Mesnay | 777 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 3 fils. 220 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉE. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mont-sous-Vaudrey | 914 | *Municipalité* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2000 v. | 110 v. | » | |
| Les Planches-en-Montagne | 225 | *Fumay-Bodoz* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Ornans | 520 | *Grappe* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| **Landes.** | | | | | | | | | | | | |
| Roquefort | 1 614 | *Roche et Pescay* | 1895. | Public et part. | Turb. Bonnet. | 25 | Creil-Schuckert. | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | Néant. | Alimente Sarbazan. |
| Peyrehorade | 2 562 | *Municipalité.* | 1899. | Public et part | Vapeur. | 50 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | » | |
| Rion | 2 520 | *Dr Maisonnave.* | 1902. | » | 1 turb. Bonnet. | 40 | 1 Grammont, 27 kw. | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Morcenx | 2 252 | *Bonnat frères.* | 1903. | » | » | » | Comp. gén. Nancy. | » | Alt. 1500 v. 50 p:s. | Transf. 100 v. | » | |
| Saint-Vincent-de-Tyrosse | 1 554 | *Municipalité* | 1904. | » | » | » | Comp. gén. Nancy. | » | Cont. 240 v. | 2 fils. | » | |
| Castets | 1 732 | *Boulart.* | 1903. | Public et part. | Turbine. | 25 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 220 v. | 2 fils. | » | |
| Villeneuve-de-Marsan | 1 841 | *Chassein* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 240 v. | 3 fils, 2.240 v. | » | |
| Onart | 426 | *Carrère et fils.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3600 v. | 120 v. | » | Alimente Audon, Laurède, Mugron, Poyanne, Tartas. |
| Amou | 1 564 | *Chelle.* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 120 v. | » | |
| Labouheyre | 1 586 | *Labroue.* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 3 fils, 110 v. | » | |
| Linxe | 1 310 | *Dupart* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2000 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Majescq | 1 712 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Pomarez | 1 898 | *Chelle.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2000 v. | 120 v. Accum. Tudor. | » | |
| Rion-des-Landes | 2 560 | *Maisonave.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 50 p:s. 2400 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Soustons | 3 946 | *Labroue.* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Habas | 1 676 | » | » | — | Usine de Puyoo (Bsses-Pyrén.). | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| **Loire.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Étienne | 146 600 | *Compagnie Edison de St-Etienne.* | 1906. | Public et part. | Vapeur. Turbines. Usines de Saint-Victor et Pont-de-Lignon. | 7000 | Oerlikon et Grammont | A S. | Cont. 120 v. Triph. 3000 v. 50 p:s. | 2 fils, 120 v. Accum. Tudor. Transformateurs. 110 et 190 v. | » | Alimente : Andrézieux, Chambles, L'Etrat, Firminy, La Fouillouse, Le Pertuiset, La Ricamarie, Rive-de-Gier, Roche-la-Molière, La Sablière, Saint-Galmier, Saint-Genest, Saint-Héand, Saint-Just, Saint-Paul, Saint-Priest, Saint-Rambert, La Talaudière, La Tour-en-Jarret, Unieux, Veauche, Le Vigneron, Villars. |
| | | *Compagnie électrique de la Loire.* | | | | | | | | | | |
| Saint-Chamond | 14 463 | *Société d'électricité.* | 1891. | Public et part. | Vapeur. | 100 | Alternateurs | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. Cont. 150 v. | Transf. 110 v. | » | Alimente Saint-Martin. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | 2 720 | *Gauchon-Moizieux* | Déc. 1893. | — | Turb. Hercule. Vap. secours. | 35 | 20 kw. — 100 v. | A. | Alt. 2200 v. 40 p:s. | Transf. 110 v. | Néant | [illegible] |
| Boen-sur-Lignon | 1 280 | *Compagnie électrique de la Loire* | Juill. 1893. | — | Hydraulique. | » | Alternateurs | » | Triph. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 200 v. | » | Fonctionne en parallèle avec Saint-Etienne et Pont-de-Lignon. |
| Saint-Victor-sur-Loire | 3 296 | | 1898. | | | | | | | | | |
| Saint-Galmier | 647 | | 1898. | | | | | | | | | |
| Chambles | | | | | | | | | | | | |
| Usson-en-Forez | 2 929 | *Société électrique de Usson-en-Forez* | 1905. | Particuliers. | — | 200 | Alt. Labour. | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Chisonnet | 1 730 | *Henry père et fils* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 10 000 v. | Transf. 190 v. | » | Alimente Balbigny, Fours. |
| Maclas | 1 237 | *Société électrique Loire-et-Rhône* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 15 000 v. | Transf. 200 v. | » | Alimente Chavanay, Pélussin, Boizey, Véraime. |
| Chazelles-sur-Lyon | 5 527 | *Société tramways Virieu-Chazelles* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 550 v. | » | |
| Izieux | 6 785 | *Couzon* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. | » | |
| Roanne | 34 901 | *Compagnie tramways de Roanne* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 550 v. | » | |
| La Roche | 68 | *Bertholon* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. | » | |
| St-Bonnet-le-Chateau | 2 272 | *Vallat* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 2000 v. | Transf. 200 v. | » | |
| Saint-Genest-Malifaux | 2 503 | *Jourjeon* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | Transf. 190 v. | » | |
| Saint-Just-en-Chevalet | 2 693 | *Vallat* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 2500 v. | Transf. 110 v. | » | |
| St-Martin-la-Plaine | 1 715 | *Durand* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sury-le-Comtal | 2 772 | *Foisat* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 2 fils, 150 v. | » | |
| Bourg-Argental | 4 673 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Julien-Molin | 2 480 | *Société grenobloise de force* | | | Usine | | | | | Transf. 200 v. | | |
| Saint-Sauveur | 2 246 | *et de lumière* | » | — | d'Avignonnet | » | » | A. | Tr. 26 000 v. 50 p:s. | ou | » | |
| Noirétable | 2 214 | | | | (Isère). | | | | | 100 v. | | |
| **Loire (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Didier-la-Séauve | 5 105 | *Compagnie électrique de la Loire* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | Usine de St-Étienne. | A. | Triph. 50 p:s. 5200 v. | Transf. 120 v. et 200 v. | » | Forf. ou 0,75 fr le kw-h. |
| Saugues | 3 827 | *Municipalité* | 1895. | Public et part. | Hydraulique. | » | Alt. Oerlikon | A. | Alt. 50 p:s. 3000 v. | Transf. 120 v. | » | |
| Pont-Salomon | 1 346 | *Dorian et Holtzer* | 1900. | Public et part. | Hydraulique. | 120 | Alt. Labour. | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Le Puy | 16 805 | *Rumillet et Cie* | 1896. | Public et part. | Vapeur. | 350 | Soc. alsac. Belfort. | A. | Cont. et triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. Cont. 120 v. | » | Alimente Taulhac. |
| Pont-du-Lignon | 30 | *Compagnie électrique de la Loire* | 1898. | Public et part. | Hydraulique. | » | » | » | Triph. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 200 v. | » | Fonctionne en parallèle avec Saint-Étienne et Saint-Victor-sur-Loire. Alimente Bas-en-Basset, Beauzac, Cenoux, Cornassac, Crossac, Fey, La Batie, Martina, Paulin, Peyrelat, Regard, Reveyrolles, Saint-Just, Saint-Maurice, Saint-Pal-de-Mons, Saint-Romain, Sainte-Sigolène, Trévas, Les Villettes. |
| Aurec | 2 232 | | | | | | | | | | | |
| Le Monastier | 3 739 | *Arcis* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Langeac | 4 318 | *Pascal* | » | » | » | 50 | Grammont | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Brives Charensac | 1 625 | *Farigoule et Cie* | » | » | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | Transf. 120 v. | » | Alimente Aiguilhe, Chadrac et Le Puy. |
| Espaly | 2 107 | | | | | | | | | | | |







Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | DISTRIBUTION. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yssingeaux | 7 645 | *Société d'électricité d'Yssingeaux* | 1893. | Public et part. | Hydraulique. | 2000 | Alt. Labour. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 190 v. | » | Alimente Glazac et Lapte. |
| Craponne-sur-Arzon | 3 767 | *Compagnie électrique de l'Ance* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5200 v. | Transf. 120 v. | » | Alimente Saint-Pal-de-Chalençon. |
| Blesle | 1 544 | *Chatillon* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 550 v. | » | |
| Le Chambon-de-Tence | 2 670 | *Menut* | » | — | — | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Dunières | 3 219 | *Malartre* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 120 v. | » | |
| Lempdes | 1 726 | *Société du Plateau central* | » | — | Hydraulique. | » | » | A | Triph. 50 p:s. 1500 v. | 120 v. | » | |
| Montfaucon-du-Velay | 1 135 | *Donfaure de Citre* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 110 v. | 2 fils. 110 v. | » | |
| Paulhaguet | 1 641 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5000 v. | Transf. 190 v. | » | |
| Retournac | 3 230 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 3000 v. | 190 v. | » | |
| Riotors | 2 835 | *Massardier* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 5600 v. | 120 v. | » | |
| Sainte-Florine | 2 343 | *Semonsu* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 4000 v. | 120 v. | » | |
| Tence | 4 856 | *Compagnie électrique de Tence* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils. 150 v. | » | |
| **Loire-Inférieure.** | | | | | | | | | | | | |
| Nantes | 123 092 | *Compagnie gén. d'élect. puis Soc. Nantaise d'éclair. et de force* | 1900. | Public et part. | 4 vap. Carels. | 4500 | Comp. génér. élect. Thomson-Houston | A.S. | Cont. 220 v. | Continus, 3 fils et 5 fils. Accumulateurs. | 20 | 0,80 fr le kw-h. |
| Pornic | 1 964 | *Luminais et Cie* | 1895. | Public et part. | 1 vap. Piguet et Cie. | 80 | Thury-Schneider | A. | Cont. 130 v. | 3 fils, 2.130 v. | Néant. | Alimente Sainte-Marie. |
| Clisson | 2 904 | *Ch. Raould* | 1895. | Public et part. | 2 Turb. Hercule. | 30 | 2 Brown-Boveri | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | Néant. | 0,9 fr kw-h. 60 fr l.-an 16 b. Distribuera f. motrice. |
| Machecoul | 3 992 | *Société Machecoulaise d'éclairage* | » | Public et part. | Vapeur. | 100 | Alt. Alioth | A. | Triph. 1500 v. 50 p:s. | Transf. 125 v. | » | |
| Saint-Philbert-de-Grand-Lieu | 4 044 | *J. Musset* | » | — | Hydraulique. | » | » | A | Alt. 50 p:s. 2000 v. | Transf. 110 v. | » | Alimente Saint-Colombin. |
| Basse-Indre | 3 792 | *Prugnaud* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Continus. | 220 v. | » | |
| La Baule | » | *Compagnie de la Baule* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 135 v. | » | |
| Paimbœuf | 2 196 | *Prugnaud* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Pontchateau | 4 892 | *Burban et Bioret* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Savenay | 3 115 | *Sauzereau* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| Vallet | 4 655 | *Marchand et Loncin* | » | — | — | » | » | A. | — | 220 v. | » | |
| **Loir-et-Cher.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Aignan | 2 418 | *Société locale* | Nov. 1886. | Public et part. | Usine de Seigy. | 50 | Gramme | A. | Cont. 140 v. | 2 fils. | Néant. | |
| Blois | » | *Compagnie générale élec-* | 1908. | — | Vapeur. | 550 | Alt. Brown-Boveri | A. | Alt. 5000 v. | Transf. 190 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Montrichard | 2 903 | Compagnie d'éclairage gaz et électricité | » | — | Gaz. | » | » | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| **Loiret.** | | | | | | | | | | | | |
| Orléans | 66 699 | Société Orléanaise de gaz et d'électricité | 1901. | Public et part. | Belleville Turbine Zoelly et vapeur. | 2200 | 4 Belfort | A.S. | Continus 2.220 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.220 v. | 24<br>18 | 0,65 fr le kw-h (éclairage).<br>0,55 fr le kw-h (force mot.). |
| Neuville-aux-Bois | 305 | Municipalité | Juin 1891. | Public. | Vapeur. | 10 | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | |
| Chateau-Renard | 2 368 | Soliveau | Oct. 1893. | Public et part. | Turbine. | » | » | A. | Alt. 1200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Forfait 3, 6 ou 9 ans. |
| Montargis | 9 779 | A. Grammont | Sept. 1895. | Public et part. | 2 vap. de 120.<br>1 vap. de 225. | 460 | 2 Mordey-Vict. 65 kw.<br>1 Mordey-Vict. 125 kw | A. | Alt. 2400 v. 100 p:s. | Transf. 110 v. | 25 | Police d'abonnement pour 10 ans. 0,75 fr le kw-h. Alimente Chalette. |
| Chateauneuf-sur-Loire | 3 538 | Municipalité | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils. 120 v. | » | |
| **Lot.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Céré | 3 585 | Gastambide et Rouzet | Oct. 1889. | Public et part. | Turb. Hercule. | 75 | Alternateur | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Forfait de 3 et 5 ans. |
| Gourdon | 4 854 | Compagnie des eaux et services municipaux | 1er sept. 1892. | Public et part. | Vr Weyher-Rich | 60 | Henrion | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | |
| Albas | 1 278 | Henri Gayral | » | » | » | » | » | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Luzech | 1 549 | Soc. des gaz liquéfiés | 1890. | Public. | Turbines. | 250 | Alternateur triph. | A. | Triph. 110 v. 50 p:s. | 2 fils, 110 v. | » | 0,75 fr le kw-h. |
| Souillac | 3 069 | J. Valat | 1900. | Public et part. | Hydraulique. | 40 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Tr. Brown-Boveri. 110 v. | » | |
| Betaille | 1 525 | | | | | | | | | | | |
| L'Ermitage | » | | | | | | | | | | | |
| Gramat | 1 505 | | | | | | | | | | | |
| Vayrac | 877 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Denis | 847 | | | | | | | | | | | 0,8 fr le kw-h. |
| Thégra | 761 | Dunoyer de Segonzac | Oct. 1901. | Public et part. | 2 turb. Hercule, vap. secours. | 150 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 110 v. et 200 v. | Néant. | Usine centrale à l'Ermitage près Betaille. |
| Carennac | 848 | | | | | | | | | | | |
| Miers | 901 | | | | | | | | | | | |
| Alvignac | 636 | | | | | | | | | | | |
| Padirac | 259 | | | | | | | | | | | |
| Puy-Lévêque | 2 009 | Pignères | 1903. | Public et part. | Turbines. | 50 | Alt. Labour. | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Bagnac | 1 825 | Landes | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 50 p:s. 1100 v. | Transf. 120 v. | » | |
| **Lot-et-Garonne.** | | | | | | | | | | | | |
| Agen | 22 780 | Compagnie du Gaz | 1892. | Public et part. | A gaz. | 90 | Ganz-Schneider | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Forfait. |
| Villeneuve-sur-Lot | 13 798 | Couten | 1888. | Particuliers. | A vapeur. | 300 | Belfort et Comp. gén. de Nancy | A. | Continus. | 110 v. Accum. Tudor. | 30 | 4 fr l.-mois 10 h. |
| | | Compagnie du Gaz | 1890. | Public et part. | A gaz. | 185 | Thury 750 A et Belfort | A. | Continus. | 3 fils. | 30 | |
| Sainte-Livrade | 2 565 | Couten | 1903. | Particuliers. | » | » | Usine de Villeneuve | A. | Triph. 5000 v. | Transf. 110 v. | Néant. | |
| Casseneuil | 1 648 | Couten | 1903. | Particuliers. | » | » | Usine de Villeneuve | A. | Triph. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Port-de-Penne | 2 500 | J. Biers | 1902. | Particuliers. | Hydraulique. | 20 | Amelin et Renaud | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sos | 1 251 | *Municipalité* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils. 2.125 v. | » | |
| Clairac | 323 | *Municipalité.* | 1891. | Public et part. | — | 25 | Desroziers | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Vianne | 852 | *Municipalité.* | Fév. 1894. | Public. | — | » | » | A. | Cont. 100 v. | 2 fils, 100 v. | » | |
| Pont-de-Borde | » | *Franc. Sicard.* | 1897. | Public et part. | — | 210 | Soc. alsac. Belfort. | A. | Continus. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Aiguillon | 3 094 | *Lucien Melge* | » | — | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Lavardac | 2 550 | *F. Sicard.* | » | — | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 125 volts. Accum. Tudor. | » | Alimente Barbaste et Pont-de-Bordes. |
| Fumel<br>Monsempron-Libos | 3 828<br>1 088 | *Société hydro-électrique du Périgord* | 1902. | » | 1 turb. Bonnet. | 150 | 1 Grammont, 125 kw. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Condat et Monsempron. |
| Miramont | 2 034 | *Deffarges* | 1903. | » | 1 turb. Bonnet. | 80 | 1 Grammont, 60 kw. | A. | Alt. 5600 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente La Sauvetat. |
| Moulin-de-Madame | 29 | *Couten* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Casseneuil, Sainte-Livrade, Villeneuve-sur-Lot. |
| Buzet | 1 342 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 130 v. | » | |
| Layrac | 2 434 | *Rivière.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 125 v. | » | |
| Mézin | 2 737 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | |
| **Lozère.** | | | | | | | | | | | | |
| Mende | 4 949 | *Paul Rieu.* | Mars 1888. | Public et part. | Hydraul. 60. Vapeur 60. | 120 | Thury, 50 A, 800 V. | A. | Cont. 105 v. | En dériv., acc. | Néant. | Compt. 1,20 fr le kw-h. Transform.-réducteurs. |
| La Canourgue | 1 640 | *Gineste.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 250 v, | » | |
| Le Malzieu-Ville | 1 022 | *Chavart.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | 190 v. | » | |
| Meyrueis | 1 487 | *Unal.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 44 p:s. 2200 v. | 115 v. | » | |
| **Maine-et-Loire.** | | | | | | | | | | | | |
| Angers | 82 966 | *Comp. d'élect. d'Angers* | 1903. | Public et part. | 1 v. Carels. 2 v. Kerchove. 1 Belfort. | 3000 | 2 Alioth<br>2 Pieper<br>2 Belfort | A.<br>S. | Cont. 2·220 v. | 3 fils 2.220 volts. | 30 | 0.55 fr le kw-h. |
| Saint-Florent et Saumur | 1 965 | *Société d'éclairage de Saumur* | Déc. 1891. | Particuliers. | Vapeur. | 180 | Kapp | A. | Alt. 2400 v. 40 p:s. | Tr. Labour, 100 v. | 30 | 1,1-1,3 fr le kw-h. |
| Saumur | 16 440 | *Sté d'Éclairage électrique.* | 1891. | Particuliers. | Weyher, Farcot. | 400 | Farcot, Hutin-Leblanc 1 de 125 kw et 4 de 40 kw. | A. | Cont. 110 v. Alt. 2400 v. 40 p:s. | Accum. Tudor. | » | |
| Baugé | 3 029 | *Société Baugeoise d'électr.* | 1893. | Public et part. | 2 Willans. | 70 | Thury-Schneider et Belfort. | A. | Cont. 110 v. | En dériv. 110 v. Accum. Tudor. | Néant. | |
| Doué-la-Fontaine | 3 175 | *Société pour la transmission de la force* | » | — | Vapeur. | 100 | Schneider | A. | Cont. 125 v. | En dérivation. Accum. Tudor. 3 fils, 2.125 v. | » | 36 fr l.-an, 1.10 fr le kw-h. Alimente Douces et Soulanger. |
| Candé | 2 164 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Chemillé | 4 257 | *Charron-Barbier.* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | — | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | » | |
| Montreuil-Bellay | 2 082 | *Municipalité.* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 220 v. | » | |
| Roussay | 943 | *Aumon* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | — | 2 fils, 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| St-Hilaire-du-Harcouët | 3 836 | *Soc. anonyme locale* | Sept. 1888. | Public et part. | Hydr. et vap. | 50 | Thury, Brown-Boveri | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | Alimente Parigny. |
| Mortain et Le Neufbourg | 2 411<br>565 | *F. Gabriel* | Janv. 1896. | Public et part. | Hydr. 70-40 ch.<br>Vap. 120. | 230 | Brown-Boveri. | A. | Cont. 150 v. | Accum. Tudor.<br>3 fils, 2.150 v. | Néant. | 1,30 fr le kw-h. |
| Ducey | 996 | *Monnier* | 1899. | Public et part. | Turbine. | 25 | Alt. Labour. | A. | Alt. 2000 v.<br>50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Poilley. |
| Cherbourg | 32 461 | *Société Gaz et Eaux* | 1897. | Public et part. | 2 à gaz Otto.<br>1 vap. Belfort. | 270 | Soc. alsac. Belfort. | S. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v.<br>Accum. Tudor. | 22 | 1,50 fr à 1,20 fr le kw-h rabais proportionnel. |
| Bricquebec | 3 761 | *Ed. Lecomte* | 1897. | » | » | 30 | Alt. Grammont, syst. Mordey | A. | Alt. 4000 v.<br>60 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Sourdeval | 3 572 | *Gabriel* | 1903. | Public et part. | Turbine. | 40 | Alt. Labour. | A. | Triph. 3000 v.<br>50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Valognes | 5 693 | *Devilaine* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 220 v.<br>Alt. 3000 v.<br>50 p:s. | 2 fils, 220 v.<br>110 v. | » | Alimente Montebourg. |
| Anneville-en-Saire | 581 | *Bertin* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Cérences | 1 698 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| La Haye-du-Puits | 1 420 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v | 2 fils, 150 v. | » | |
| La Haye-Pesnel | 962 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 140 v. | 2 fils, 140 v. | » | |
| Percy | 2 571 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 400 v. | 2 fils, 400 v.<br>Accumulateurs. | » | |
| Périers | 2 662 | *Manès* | » | — | Gaz. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 115 v.<br>Accum. Tudor. | » | |
| Saint-James | 2 996 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | — | 2 fils, 250 v. | » | |
| St-Sauveur-le-Vicomte | 2 525 | *Berteville* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 140 v. | » | |
| Tessy-sur-Vire | 1 352 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | — | 2 fils, 115 v. | » | |
| Torigni-sur-Vire | 1 931 | *Lecomte* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 4000 v.<br>80 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| **Marne.** | | | | | | | | | | | | |
| Reims | 107 905 | *Cie du Gaz. A. Coze, direct.* | 1888.<br>1901. | Public et part. | 3 Carels de 500<br>A gaz, Niel. | 1500 | 2 Comp. gén. Nancy.<br>2 Postel-Vinay | A.S. | Cont. 2.220v. | 3 fils, 2.220 v. | 24 | 0,62 fr le kw-h (éclairage).<br>0,44 fr le kw-h (f. motr.). |
| Vertus | 3 000 | *Mathieu* | Sept. 1890. | — | 2 de 80; 3 de 50.<br>A vapeur. | 200 | Alternateurs | A. | Triph. 3000 v.<br>50 p:s. | Accum. Tudor.<br>Transf. 115 v. | Néant. | Alimente Cramant, le Mesnil, Oger. |
| Sermaize-les-Bains | 2 325 | *G. Truxson* | 1899. | — | 2 turb. de 35<br>et 15 ch. | 50 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Alt. 2000 v. | 2 fils.<br>Tr. Brown-Boveri. | » | 0,65 fr le kw-h. |
| La Fère-Champenoise | 2 062 | *L. Waré* | 1901. | — | Turb. de 20.<br>Vap. de 40. | 60 | L. Michelat. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | Compteur, abon. de 5 ans. 1 fr le kw-h. |
| Tours-sur-Marne | 993 | *Amelin frères* | 1899. | — | 1 roue de 70.<br>1 vap. Farcot. | 140 | Amelin et Renaud | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | 0,90 fr le kw-h. |
| Épernay | 19 377 | *Soc. anon. des usines à gaz du Nord et de l'Est* | 1899. | Particuliers. | Vapeur de 80. | 160 | Sautter-Harlé. | A.S. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v.<br>Accumulateurs. | » | Alimente Pierry. |
| Montmirail | 2 575 | *Municipalité* | 1898. | Public et part. | Hydraulique. | 17 | Brown-Boveri. | A. | Cont. 180 v. | 2 fils, 180 v.<br>Accumulateur. | » | |
| Pargny-sur-Saulx | 681 | *Paul Leroy* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Triph. 3000 v.<br>50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Cheminon, Maurupt, Sogny, Vanault. |
| Charmont | 209 | *Pigny* | 1904. | Public. | Usine de Rancourt (Meuse). | » | Usine de Rancourt | A. | Triph. 2000 v. | Tr. Brown-Boveri. | » | |
| St-Hilaire-le-Grand | 485 | *Monchenot*<br>*Lemoine et Jacob* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 190 v. | 2 fils, 190 v. | » | |
| Verneuil | 1 147 | *Bast* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 200 v. | » | |
| Bettancourt-la-Longue | 207 | *Pigny* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v.<br>50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Charmont. |
| Pontgivart | 275 | *Monin et Ringuier* | » | — | Hydraul.<br>et vap. secours. | » | » | A. | Triph. 5000 v.<br>50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente des localités de l'Aisne et des Ardennes. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈMES DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rilly-la-Montagne | 1 651 | *Société du gaz* | » | Public et part. | Gaz. | » | » | A. | Cont. 220 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 220 v. | » | Alimente Montchenot, Villers. |
| Songy | 312 | *Périn et fils* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | Alimente Saint-Martin-aux-Champs. |
| Chalons-sur-Marne | 26 737 | *Société des tramways* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 550 v. | 2 fils, 550 v. | » | |
| Etrépy | 268 | *Jacquin* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Heiltz-le-Maurupt | 690 | *Lescuyer* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Heiltz-l'Évêque | 273 | *Sibille* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils. 120 v. | » | |
| Jussecourt-Minecourt | 351 | *Andruette* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Verzenay | 2 132 | *Municipalité* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Verzy | 1 470 | *Legay* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | 3 fils, 2 . 115 v. | » | |
| Vienne-le-Château | 1 344 | *Combault* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Ville-sur-Tourbe | 467 | *Vasset* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Vitry-en-Perthois | 684 | *Vincienne frères* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | 3 fils, 2 . 115 v. | » | |
| Fismes | 3 350 | *Hublot Wiard* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sermaize-les-Bains | 2 253 | *G. Truson* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2000 v. 40 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimenté par l'usine d'Aubernay (Meuse). |
| **Marne (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Dizier | 13 947 | *Société électrique de Saint-Dizier* | 1903. | Public et part. | A vap. et hydr. | 200 | 6 Belfort | A. | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. Accum. Tudor. | 35 | |
| Montier-en-Der, Ceffonds | 1 559 686 | *Jules Percheron* | Juill. 1889. | — | Hydr. et vap. | 25 | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | Publ. 0,06 l.-heure 10 b. Part. 0,15-0,20 l.-j. 10-16 b. |
| Doulaincourt | 941 | *Giraud et Cie* | Sept. 1893. | — | Hydr. et vap. | 55 | Henrion | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | Néant. | 20 fr. lampe-an 10 b. |
| Poissons | 1 054 | *Ancelot* | 1900. | — | Hydraulique. | 20 | Amelin et Renaud. | A. | Cont 220 v. | En dérivation. | » | 0.10 fr lampe-jour. |
| Chaumont | 13 428 | *Société des usines à gaz du Nord et de l'Est* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Bologne-sur-Marne | 988 | *Roux* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 225 v. | » | |
| Chamouilley | 952 | *Champenois et Delacourt* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Château-Villain | 1 257 | *Brasseur* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | |
| Eurville | 1 789 | *Marcellot et Cie* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Rimaucourt | 1 116 | *Ulmo et fils* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| **Mayenne.** | | | | | | | | | | | | |
| Craon | 4 249 | *Boulay* | Nov. 1890. | Public et part. | A vapeur. | 40 | Gramme | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | Néant. | 56 fr lampe-an 10 b. |
| Andouillé | 2 526 | *Brisseau et Chaplet* | Oct. 1892. | — | Turbine. | 30 | Soc. anon. d'Électr. de Courbevoie | A. | Cont. 130 v. | 3 fils, 130 v. | Néant. | 25 fr lampe-an 16 b. |
| Ernée | 3 603 | *Eug. Trézel* | 1901. | — | Vapeur. | 120 | 2 Gramme de 50 kw | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. Accumulateurs. | » | |
| Gorron | 2 557 | *Gendron frères* | » | — | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Renazé | 3 564 | *Delaporte* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 5000 v. | 250 v. et 115 v. | » | |
| Ambrières | 2 302 | *Bigeon* | » | — | — | » | » | A. | 540 p:s. | Accum. Tudor. | — | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Meurthe-et-Moselle.** | | | | | | | | | | | | |
| Saulnes | 1 850 | *Raty et Cie* | » | Particuliers. | A vapeur. | 20 | 120 a. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | |
| Nancy | 110 570 | *Compagnie générale d'électricité* | 1898. | Public et part. | 6 vap. Carels. | 7000 | Decauville et Comp gén. électr. | A.S. | Continus 2.220. | 3 fils, 2.220 v. | 20 | 0,50 à 1 fr le kw-h. Alimente Essey, Maxéville, St-Max, Tomblaine. |
| Pont-a-Mousson | 11 199 | *Société anonyme locale* | Mai 1889. | Particuliers. | Turbine 70. Vap. Calla, 30. | 100 | 1 Thury, 280 a. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | 25 | Gaz 0,32 fr le m³ pour abonnés à l'électricité. |
| Toul | 12 201 | *Société anonyme locale* | 1890. | Particuliers. | A vapeur. | 395 | 2 Thury, 1 Brown-Boveri | A. | Cont. 130 v. | En dérivation. | » | |
| Lunéville | 21 542 | *Jeanmaire et Cie* | 1895. | Public et part. | » | 90 | Thury-Schneider | A | Cont. 120 v. | 2 fils. Accum. Tudor. | » | |
| Longwy | 7 788 | *Société des tramways de Longwy* | 1901. | Public et part. | 2 Corliss de 200. | 400 | 2 de 200. Comp. gén. Nancy | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v | » | Abonnements pour 5 ans. 0,70 fr le kw-h. |
| Vallois et Gerbeviller | 281 1 569 | *Th. Didelot* | 1901. | Public et part. | Turbine. | 80 | Alt. Grammont | A. | Altern. triph. 3600 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Gerbéville, Maguières, Moyen. |
| Longuyon | 2 618 | *Ch. Brézol* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Nomény | 1 348 | *Municipalité* | » | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Arnaville | 654 | *Jean Hennequin* | 1901. | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Millery | 490 | *Marcel Vilgrain et Cie* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Triph. 6000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente : Bauxières-aux-Dames, Champigneulles, Custines, Frouard, Lay, Marbache, Pompey. |
| Bayon | 1 187 | *Febvrel-Mergant* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Bayonville | 409 | *Lemoine* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Ceintrey | 571 | *Hanrion et Tertin* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Cons-la-Grandville | 479 | *De Lambertye* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Einville | 1 292 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| Gondreville | 1 238 | *Mercier* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 115 v. | 3 fils, 2.115 v. | » | |
| Liverdun | 1 826 | *Société des glutenneries françaises* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Moutiers | 574 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Neuves-Maisons | 2 596 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Pagny-sur-Moselle | 1 888 | *Henrion* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Thiaucourt | 1 231 | *Parmentier* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Tonnoy | 570 | *Bertier* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| **Meuse.** | | | | | | | | | | | | |
| Tilly | 454 | *Boulanger* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | Alimenté par l'usine de Charny. |
| Verdun | 18 252 | *Brasseur et Cie. Société des usines à gaz du Nord* | 1904. | — | Turb. Belfort. Gaz et turb. | 300 | Alt. Belfort. Alt. Thoms-n-Houston | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. Triph. 5000 v. | Accum. Tudor. Commutatrices. | 25 | Forfait. |
| Bar-le-Duc | 17 693 | *Héritiers Jeanmaire* | 1904. | — | Vapeur. | 200 | Compagnie Générale de Nancy. | A. | Cont. 2.220 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.110 v. | 55 | Éclairage : 0 à 500 kw-h mensuels, 0,09 fr ; 501 à 1500 kw-h mensuels, 0,08 fr ; 1501 kw-h mensuels et au-dessus, 0,07 fr. |
| Montmédy | 2 738 | *Soc. locale, M. Chatiliez, ingénieur-fondateur* | Oct. 1890. | — | Vap. Weyer Rich. Turbine. | 45 | Henrion, 90 a. Manchester, 4,5 kw. | A. | Cont. 240 v. C. 280-300 v. | 2 fils. 220 v. Acc. Chatiliez. | Néant. » | Alimente Iré-le-Sec. Utilisé à Montmédy. |
| Iré-les-Prés | 446 | | | | | | | | | | | |
| Contrisson | 607 | *G. Trusson* | Nov. 1897. | — | 2 turb. de 55 et 15. | 50 | Sautter-Harlé. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | Forfait. |
| Euville | 1 101 | *Municipalité* | 1899. | — | 2 vap. de 45. | 90 | 2 de 30 kw. | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. Accumulateurs. | Néant. » | 0,25 fr le kw-h. |
| Angemont | 489 | *Nanty frères* | » | — | Vapeur. | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Andernay | 252 | *G. Trusson* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. Alt. 2000 v. 40 p:s. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Contrisson. |
| Cousances-aux-Forges | 1 732 | *Société locale* | » | — | Vapeur. | » | » | » | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Rancourt | 409 | *Pigny* | 1902. 1903. | — | Usine de Bettancourt (Marne). | 25 40 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Varennes. |
| Revigny | 1 810 | | | | | | | | | | | |
| Rarécourt | 613 | *Sertlet* | 1904. | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Villotte-Louppy | 379 | *Collet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. 2.120 v. | » | |
| Aubréville | 684 | *Gaudron* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Clermont, Courcelles, Vraincourt. |
| Charny-sur-Meuse | 481 | *Société usines à gaz, Nord et l'Est* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Verdun. |
| Neuville-sur Orne | 501 | *Frisé* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2.120 v. | » | Alimente Laimont. |
| Saint-Mihiel | 9 235 | *Pichaumeix* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3500 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Ailly, Chauvoncourt. |
| Varney | 101 | *Société lorraine, éclairage et force par l'électricité.* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Bussy-la-Côte, Chardogne, Fains, Mussey. |
| Vilosnes | 377 | *Société lorraine, éclairage et force par l'électricité.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Briculles, Damvillers, Dannevoux, Ecurey, Haraucourt, Liny, Sivry. |
| Beauzée-sur-Aire | 516 | *Lombard-Bouchon* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Diene | 1 038 | *Veuve Schirich-Lamarre* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Haironville | 519 | *Godinot* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Laheycourt | 727 | *Colinet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Lisle-en-Rigault | 736 | *Deschamps* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Longchamps | 372 | *Larbalétrier* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Robert-Espagne | 1 107 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Sampigny | 1 551 | *Nemarq* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| **Morbihan** | | | | | | | | | | | | |
| Hennebont | 5 854 | *Société anonyme* | Déc. 1889. | Public et part. | Vap. Weyher Rich. | 180 | Hillairet, 160 v. | A. | Cont. 110 v. et 500 v. | Acc. Dujard. 1000 A.-h. | Néant. | 48 fr lampe-an 10 b. 60 fr lampe-an 16 b. |
| Ploërmel | 1 640 | *Le Bouhellec* | Août 1891. | — | Turb. Hercule. | 75 | Lahmeyer, 55 kw. | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | Néant. | Forf. et compteurs |
| La Gacilly | 840 | *Soc. électrique de l'Ouest* | » | — | Hydraulique. | 15 | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Lorient | 44 082 | *Arsenal* | 1903. | Public. Éclairage du port. | 2 vapeur. | 300 | Labour. | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | » | |
| Saint-Marcel-Bohal | 538 | *Perrin* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf 110 v. | » | Alimente Malestroit. |
| La Roche-Bernard | 1 145 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Gosselin | 2 311 | *Compagnie d'éclairage et de force* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Le Guiny | » | *Compagnie d'éclairage et* | » | — | — | » | » | A. | 220 v. | Accum. Tudor. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nièvre.** | | | | | | | | | | | | |
| Nevers | 22 864 | *Compagnie du gaz* | Déc. 1890. | Particuliers. | A vapeur. | 70 | Schuckert, 150 a. | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. Accum. Tudor. | 20-50 | 55 fr lampe-an 16 b. |
| Clamecy | 5 501 | *Auguste Gaudry* | 1891. | Public et part. | Hydr. et vap. | 110 | 2 de 25 kw. | A. | Continus. | 2 fils, 150 v. | 25 | 0,70 fr le kw-h. |
| Corbigny | 2 373 | *Soc. Corbigeoise d'électr.* | 1894. | Public et part. | Vapeur. | 30 | Rechniewski et Gramme. | A. | Triph. 2200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | 36 fr lampe-an 16 b. |
| Varzy | 1 655 | *Municipalité* | 1899. | Public et part. | Vapeur Farcot. | 30 | Farcot 2 de 18 kw. | A. | Cont. 180 v. | 2 fils, 180 v. Accum. Tudor. | » | Forfait. |
| Lormes | 3 254 | *Soc. Lormoise. A. Teste, directeur* | Févr. 1898. | Public et part. | Turbine. | 30 | Alternateur. | A. | Alt. 2100 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. 3 fils. | » | 0,50 fr le kw-h. 50 fr la lampe-an 16 b. |
| Cercy-la-Tour | 2 390 | *P. Mor a* | 1898. | Public et part. | Hydraulique. | 45 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 190 v. | » | |
| Château-Chinon | 2 554 | *Delambre* | » | » | » | 80 | 2 Ganz-Schneider. | A. | Alt. 2000 v. 42 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Decize | 5 130 | *Boiges* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 150 v. | 3 fils, 2.150 v. | » | |
| Entrains-sur-Nohain | 2 443 | *Cornette* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Moulins-Engilbert | 3 254 | *Soc. anonyme électrique* | 1899. | Public et part. | — | 48 | 2 Brown-Boveri. | A. | Cont. 150 v. | 3 fils, 2.150 v. | » | |
| Guérigny | 3 787 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Saint-Bénin-d'Azy | 1 795 | *Benott d'Azy* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Saint-Pierre-le-Moutier | 2 792 | *Mouchebœuf* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Tresnay | 550 | *Valois* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| **Nord.** | | | | | | | | | | | | |
| Valenciennes | 29 912 | *Société la Départementale électrique* | 1904. | Public et part. | Vap. Belleville. | 1500 | 3 alt. Belfort. | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Tr. 120 et 200 v. | 21 | Alimente : Anzin, Bruay, Condé, Crespin, Maing, Marly, Quarouble, Quiévrechain, Saint-Saulve, Trith, Vieux Condé. |
| Avesnes-les-Aubert | 4 475 | *Ansart* | Avril 1893. | Public et part. | A vapeur. | 35 | Postel-Vinay, 115 v. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | Part. 50 fr l.-an 16 b. Publ. 27,5 fr l.-an 16 b. |
| Lille | 216 276 | *Société Lilloise* | Févr. 1894. | Public et part. | 4 Otto à gaz. vapeur. | 1600 2500 | 10 Labour, 1200 kw. Alt. Belfort. | S. | Cont. 110 v. Triph 5500 v. 50 p:s. | 3 fils, 2.110 v. Accum. et transf. 110 v. | 20 | |
| Steenwerk | 4 056 | *Société anonyme d'électricité de Steenwerk* | Oct. 1895. | Public et part. | A vapeur. | 40 | Gramme. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | Forfait et compteur. 0,80 fr le kw-h. |
| Roubaix | 124 611 | *Sociétés diverses* | Mai 1895. | Public et part. | 4 usines à vap. et à gaz. | » | Belfort et Soc. électrique du Nord. | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | 28 | 0,80 fr à 1 fr le kw-h. |
| Cambrai | 14 306 | *Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage par le gaz* | 1898. | Public et part. | A gaz de 50. A gaz de 125. | 205 | Belfort. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | 15 | Compteur 0,70 fr le kw-h. |
| La Chapelle-d'Armentières | 5 851 | *M. Pouchain* | 1900. | Public et part. | 1 gaz Kœrting. | 50 | Comp. gén. de Nancy. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils Accum. Tudor. | Néant. | Compteur. |
| Denain | 19 918 | *Compagnie du gaz du Nord et de l'Est* | 1899. | Public et part. | 2 à gaz de 40. | 80 | Alt. Labour. | A. | Alt. 2400 v. 45 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Caudry | 9 376 | *P. Ozoneau* | 1895. | Particuliers. | Vapeur. | 50 | Soc. als. Belfort. | A. | Continus. | En dérivation. | » | |
| Cartignies | 1 618 | *Baisier* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Douai | 31 397 | *Compagnie du Gaz* | » | » | — | » | » | » | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Dunkerque | 39 498 | *Compagnie du gaz* | 1903. | Public et part. | Vap. Dujardin, | 1500 | Alt. Belfort. Brown-Boveri. | S. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transformateurs. | » | Alimentés par l'usine de Coudekerque. |
| Etrœungt | 2 530 | *Tricot* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Haussy | 2 893 | *Paul Debry* | » | » | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Iwuy | 3 976 | *Delloye* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Neuville-sur-Escaut | 1 448 | *J. Margerin* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Lourches. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Neuvilly | 2 627 | *H. Deeaux* | 1900. | » | Hydraulique. | 80 | 2 alt. Oerlikon. | A. | Alt. 2200 v. 65 p:s. | Transf. 120 v | » | |
| Saulzoir | 2 150 | *Feulin-Guislain* | » | » | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | » | |
| Sin-le-Noble | 6 969 | *A. Martine* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | Alimente Déchy. |
| Waten et Holque | 1 205 | *Société régionale* | » | » | — | » | » | » | Alt. 2000 v. 55 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimenté par l'usine de Longuenesse (Pas-de-Ca'ais). |
| Tourcoing | 79 468 | » | 1903. | » | — | 200 | 4 Nancy de 50 | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. Accum. Tudor. | » | |
| Wasquehal | » | *Énergie électrique du Nord de la France* | 1906. | Public et part. | 4 Brown-Bover. Parsons. | 18 000 | 4 alt. Brown-Boveri. | A. | Tr. 10 000 v. | Transformateurs | » | Alimente Roubaix, Tourcoing, Lille, et les villes et usines avoisinantes. |
| Jeumont | » | *Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est* | 1907. | — | Turb. à vap. | 16 000 | Alt. Brown-Boveri. | S.A. | Alt. 10 500 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente les stations du chemin de fer du Nord. |
| Coudekerque-Branche | 5 540 | *Compagnie éclairage et chauffage par le gaz* | » | — | Vapeur et gaz. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Dunkerque et Malo-les-Bains. |
| Croix | 15 995 | *Isaac Holden* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 110 v. | » | |
| Donchy | 3 054 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Grand-Fayt | 549 | *Société de laiterie* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Ferin | 892 | *Damade et Cie* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Marescuis | 927 | *Carlier Janot* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Marcoilles | 2 151 | *Société des tanneries Marolles* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Neuville-en-Ferrain | 4 274 | *Degryse-Werbrouch* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Orsinval | 412 | *Fardoux* | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Python | 1 574 | *Duverger* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Continus. | 3 fils, 2 . 130 v. | » | |
| Wormhoudt | 3 420 | *Amelot-Quenson* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | |
| Zegers-Cappel | 1 555 | *Municipalité* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Auberchicourt | 2 918 | *Compagnie des mines d'Aniche* | » | Particulier. | » | » | » | A. | » | » | » | |
| **Oise.** | | | | | | | | | | | | |
| Val-Dampierre | » | *Municipalité* | » | Public et part. | » | » | » | A. | » | » | » | |
| Compiègne | 15 225 | *Boisserand et Fontaine* | Août 1888. | Particuliers. | Vapeur Farcot. | 130 | 2 Gram. comp. 110 v | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 5 et 3 fils. 2 . 110 v. | 50 | Alimente Marguy. |
| Beauvais | 19 906 | *Compagnie du Gaz* | 1900. | Particuliers. | 2 à gaz. | 120 | Gramme de 25 kw. Belfort. | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. Accum. Tudor. | 19,6 | Alimente Marissel, Saint-Just, Voisinlieu. |
| Hermonville | 521 | *Petit-Jarlet* | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Mello | 411 | *Riel* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Ivry-le-Temple | » | » | » | Public et part. | » | » | » | A. | Continus. | Accum. Tudor. 110 v. | » | |
| Acy-en-Multien | 749 | *Menot père et fils et Deneuville* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Andeville | 1 418 | *Demont et Guerbois* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| Chambly | 1 758 | *Cordier* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Notre-Dame-du-Thil | 1 927 | *Ferrie Fauvin* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 500 v. | 2 fils, 110 v. acc. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Domfront | 4 966 | *Compagnie urbaine* | Août 1886. | Public. | Hydr. et vap. | 26 | Gramme | A. | Cont. 125 v. | Accumulateurs. 3 fils, 2 . 125 v. | Néant. | 2000 fr p. 170 nuits. |
| Argentan | 5 070 | *Dumont* | Nov. 1890. | Particuliers. | A vapeur. | 60 | Gramme et Henrion. | A. | Cont. 220 v. | En dérivation. | 50 | 60 fr lampe-an 16 b |
| Putanges | 584 | *Bligny* | 1901. | — | Gaz pauvre. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | Alimente Pont-Ecrépin. |
| Céton | 2 778 | *Bligny* | » | Public et part. | » | » | » | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | » | |
| Écouché | 1 275 | *Fortin* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Serans, Sevrai. |
| Le Mêle-sur-Sarthe | 752 | *Bligny* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Coulonges, Saint-Julien, Saint-Léger. |
| Boucé | 871 | *Vaucanu-Chesnel* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 125 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 125 v. | » | |
| La Carneille | 910 | *Lefaivre* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 130 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 130 v. | » | |
| Mauves-sur-Huisne | 931 | *Ricordeau* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 110 v. | » | |
| Le Merlerault | 1 257 | *Ricordeau* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | » | |
| Moulins-la-Marche | 1 022 | *Bligny* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 220 v. | Accum. Tudor. 2 fils. 220 v. | » | |
| Remalard | 1 571 | *Société électrodynamique.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Le Theil | 1 002 | *Société papier Abadie* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| **Pas-de-Calais.** | | | | | | | | | | | | |
| Havrincourt | 1 164 | *Marquis d'Havrincourt* | 1888. | Usine et chât. | Vapeur. | 50 | Gramme, CO A | A. | Cont. 70 v. | En dérivation. | Néant. | Accumulateurs. |
| Boulogne-sur-Mer | 49 949 | *Société Boulonnaise d'éclairage électrique* | 1891. | Public et part. | Vap. Weyer Rich. | 800 | Alt. Schneider | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. Cont. 110 v. | Transf. 110 v. Accum. 2 · 110 v. | 20 | Jusqu'à 900 kw-h, 1,05 fr. De 900 à 1800 kw-h, 1 fr. De 1800 à 2700 kw-h, 0,95 fr. |
| Audruicq | 2 979 | *Pichon-Rougemont* | Févr. 1893. | Public et part. | Vap. Davey Paxm. | 40 | 2 Gramme, 75 A, 110 v. | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | Force motr. 0,35 fr le kw-h. Acc. Chatiliez. |
| Calais | 50 818 | *Boulet* | 1888. | Usine et atel. | Vap. Cuvellier. | 16 | Brown-Boveri | A. | Cont. 110 v. Alt. 1000 v. 42 p:s. | 2 fils, 110 v. Transf. 100 v. | » | S.-stations de transform. |
| | | *Cie du Gaz* | Juin 1894. | Public et part. | 2 Niel à gaz. | 160 | | | | | | |
| Beuay | 10 971 | *L. Darras, entrepreneur* | Sept. 1895. | Public et part. | 2 vap. de 75. | 150 | 3 Soc. électr. du Nord. | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | Suppr. | 60 fr lampe-an de 16 b. 1 fr le kw-h. |
| Arras | 20 599 | *Soc. d'éclairage et d'applications électriques* | 1901. | Public et part. | Gaz et vapeur 3 de 160. | 480 | Breguet | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | 20 | Compteur 0,70 fr le kw-h. |
| Isques | 320 | *Compagnie d'éclairage électrique du Boulonnais* | 1899. | Public et part. | Turbine. | 75 | Alternateur | A. | Alt. 2400 v. 42 p:s. | Transf. 240 v. | 20 | 0,80 fr le kw-h (part.). 0,50 fr le kw-h (public). |
| Saint-Léonard | 340 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Étienne-au-Mont | 1 656 | | | | | | | | | | | |
| Condette | 1 120 | — | 1902. | | | | | | | | | |
| Berck-sur-Mer | 5 752 | *A. Deplanque* | 1901 | Public et part. | 1 vap. 1 à gaz. | 35 | Postel-Vinay | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | 50 | 1,20 fr le kw-h. |
| Saint-Omer | 17 504 | | | | | | | | | | | |
| Blandecques | 2 402 | *Société régionale de Saint-Omer* | » | » | Vapeur. | » | » | A. | Alt. 2000 v. 53 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Gondardennes, Hallines, Serques. |
| Longuenesse | 1 205 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Martin-au-Laert | 1 216 | | | | | | | | | | | |
| Wizermes | 2 098 | | | | | | | | | | | |
| Vitry-en-Artois | 2 910 | *Société locale* | » | » | 1 vap. Carels. | 55 | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Fauquembergues | 944 | *Z. Zeuleng* | » | » | Hydraulique. | 15 | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Samer | 2 164 | | 1901. | | | | | | | | | |
| Outreau | 5 091 | | 1901. | | | | | | | | | |
| Saint-Martin-les-Boulogne | 5 122 | | 1901. | | | | | | | | | |
| Wimille | 1 912 | *Compagnie d'éclairage électrique du Boulonnais* | 1901. | Public et part. | Vapeur. | 800 | Alt. Ganz-Schneider. Usine d'Outreau. | A. | Triphasés. 5000/120 v. 42 p:s. Alt. 2400 v. | Transf. Thomson-Houston. 110 v. | 20 | Alimente Aubingue, Condette, Gazemetz, Henriville, Isques, Neufchâtel. Saint-Étienne, Saint-Léonard, Wimereux. |
| Carly | 318 | | 1902. | | | | | | | | | |
| Hesdigneul | 346 | | 1902. | | | | | | | | | |
| Samer | 2 187 | | 1902. | | | | | | | | | |
| Le Portel | 5 772 | | 1902. | | | | | | | | | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈMES DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lumbres | 1 522 | *Hennon* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Ardres | 2 597 | *H. W. Mead* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 110 v. | » | Alimente Brême-les-Ardres. |
| Pont-de-Briques | 320 | *Compagnie du Boulonnais.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Usine marchant en parallèle avec Outreau. |
| Hesdin | 3 292 | *Frigière et Badel* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Auchy-les-Hesdin | 1 491 | *Société des filatures* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | Alimente Huby et Marconne. |
| Étaples | 4 709 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Laventie | 3 959 | *Société électrique* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fil, 2.220 v. | » | |
| Orville | 825 | *Bouthors* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Thérouanne | 1 133 | *Vandenberghe* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| Tournehem | 959 | *Veuve Sergent* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| **Puy-de-Dôme.** | | | | | | | | | | | | |
| Clermont-Ferrand et Royat | 50 879<br>1 527 | *Cie du Gaz* | 1903. | Public et part. | Vapeur Willans<br>Westinghouse. | 4000 | Alt. Brown-Boveri.<br>Alt. Westinghouse. | A.<br>A.S. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Tr. 200 et 120 v. | 30 | Énergie achetée à l'usine de Sauviat par Cie du gaz. |
| Ardes-sur-Couze | 1 402 | *Comp d'écl. électrique* | Sept. 1890. | Public et part. | Turbine. | 25 | Edison | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | Néant. | |
| Besse-en-Chandèze | 1 753 | *Berthoule* | Sept. 1893. | Public et part. | Turbine. | 40 | Belfort, 18 kw | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | Néant. | Publ. 350 fr 45 l.-an 16 b. Part. 25 fr l.-an 16 b. |
| La Bourboule | 1 444 | *J. Claret* | Juill. 1895. | Public et part. | 3 turb. de 150. | 450 | Alt. triph. Fives-Lille. | S. | Triph. 3200 v. 50 p:s. Cont. 220 v. | Continus. 3 fils, 2.120 v. | Néant. | Transmission triphasée entre la sous-station et l'usine génératrice. |
| Champeix et Plauzat | 1 682<br>1 409 | *Compagnie électrique de la Grosne* | 1897. | Public et part. | Turbine. | 60 | Alt. Grammont syst. Mordey. | A. | Alt. 2400 v. | Transf. à 110 v. | Néant. | Alimente Coudes, Neschers, Vic-le-Comte. |
| Sauxillanges | 1 184 | *Faye* | 1898. | Public et part. | Turbine. | 40 | Amelin et Renaud | A. | Cont. 135 v. | 2 fils, 135 v. | » | |
| Le Mont-Dore | 1 866 | *Société du lac de Guéry et Georgi* | 1899. | Public et part. | 4 turbines. | 580 | Alt. triphasé | A. | Altern. triph. 3600 v. 50 p:s. | Tr. 240 et 120 v. | 35 | Éclairage des hôtels du Mont-Dore 30 fr l.-an 16 b. Alimentation du funiculaire du Capucin. |
| Châtelguyon | 1 617 | *Compagnie générale d'écl. électrique* | » | — | Usine de la Sioule. | » | » | » | Tr. 20000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Maringues | 3 126 | *G. Bellencontre* | » | » | » | » | » | A. | Continus. | » | » | |
| Sauviat | 852 | *Société des forces motrices de l'Auvergne* | 1903. | » | 4 turbines. | 4000 | 4 alt. Alioth 11 000 v. | A. | Triph. 11000 et 22000 v. 50 p:s. | Tr. 220 et 130 v. | » | Alimente Bel'evue, Billom, Celles, Chabreloche, Château-Gaillard, Chiquat, Chantelauze, Courpière, Lezoux, Monnerie, Peschadoires, Pont-de-Dore, La Rouillière, Saint-Dier, Saint-Rémy, Seychelles, Thiers Vertaizon. |
| Thiers | 16 814 | | 1903. | Public et part | | 1000 | T. Alioth 11000/215 v. | A. | Triphasés. 50 p:s. | Réseau souterrain 11 000 volts. | 20 | 0,60 fr le kw-h pour l'écl. 0,20 fr pour la force motrice. |
| Lezoux | 3 645 | *Société des forces motrices de l'Auvergne* | 1903. | — | Usine de Sauviat. | 300 | T. Alioth 22000/215 v. | A. | | | » | |
| Billom | 4 251 | | 1903. | — | | 100 | — | A. | | | » | |
| Vertaizon | 1 906 | | 1904. | — | | 200 | — | A. | Triph. 50 p:s. | Tr. 200 et 130 v. | » | |
| Saint-Rémy | 5 435 | | 1904. | — | | 150 | — | A. | | | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arlanc | 2 800 | *Allard* | 1903. | Public et part. | Turbine. | 40 | Amelin et Renaud. | A. | 50 p : s. | Tr. 110 et 200 v. | » | [illegible] |
| Gourdolle | » | *Sarazin et Cie* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 5000 v. Triph. 3200 v. 50 p : s. | Tr. 240 et 120 v. | » | Alimente Beaumont, Chateldon, Limous, Montpeyroux, Puy-Guillaume, Randan. |
| Montferrand | 3 618 | *Compagnie du gaz* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 550 v. | 2 fils, 550 v. | » | Alimente Chamalières et Royat. |
| Saint-Nectaire | 1 209 | *Grivolas* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 9000 v. 5000, 2000 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Chadeleuf, Montaigut, Murols, Sauvagnat. |
| Ollierges | 1 737 | *Verdier* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Pionsat | 1 991 | *Duprat* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Pontaumur | 1 006 | *Lucien Chapelle* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Pont-de-Celles | » | *Costille* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Ris-Chateldon | » | *Rivet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Amand-Tallende | 1 426 | *Bouchy* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Veyre-Monton | 1 619 | *Lamure* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Courpière | 3 665 | *Société électrique* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Montaigut-en-Combraille | 1 880 | *Société des Forces hydro-électriques du Cher* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | » | |
| Saint-Éloy-les-Mines | 5 570 | | | | Usines de Montluçon. | » | » | A. | | | | |

**Pyrénées (Basses-).**

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oloron | 8 960 | *Société d'éclairage et de chauffage* | Nov. 1887. | Public et part. | 3 turbines. | 170 | 7 Gramme | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | 30 | Forfait annuel. |
| | | *M. Mazères* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p. : s | Transf. 110 v. | » | Alimente Bidos, Gurmançon. |
| Pau | 33 012 | *Soc. élect. des Pyrénées* | Janv. 1888. | Particuliers. | Hydr. et vap. | 870 | 4 alt. diph. Alioth | A. | Diph. 4000 v. Triph. 5000 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. Accum. Tudor. | 35 | Alimente Morlaas et Puyoo. |
| | | *Compagnie génér. du Gaz* | » | Public et part. | Vapeur. | | | | | | | |
| Eaux-Bonnes | 2 233 | *J. Candau* | Oct. 1888. | Public et part. | 2 turbines. | 170 | 5 Gramme | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. | Néant. | 30 fr carcel-année. |
| Laruns et Eaux-Chaudes | 2 053 755 | *Béchat et Cie* | Mai 1890. | Public et part. | Turbine. | 25 | Gramme, 40 A. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | Néant. | |
| Nay | 3 636 | *Soc. élect. des Pyrénées* | Juill. 1890. | Public et part. | Turbine. | 400 | Edison et alt. diph. Alioth | A. | Diph. 10000 v. 50 p : s. Cont. 115 v. | 3 fils, 2.115 v. | Néant. | Alimente Pau. |
| Navarrenx | 1 270 | *Municipalité* | Juill. 1891. | Public et part. | Turbine. | 50 | 2 Gramme | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | Néant. | 30 fr carcel-année. |
| Lescar | 1 645 | *Soc. électr., Hayet direct.* | Déc. 1892. | Public et part. | Turbine. | 22 | 2 Sautter-Harlé, 9 kw. | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | Néant. | Publ. 400 fr 20 l.-an 16 b. Part. 0,5 fr le kw-h. |
| Biarritz | 11 869 | *Cie du Gaz* | Mars 1894. | Public et part. | Vap. Belfort. | 450 | Ganz-Schneider 50 kw Alioth | A.S. | Alt. 2000 v. 50 p : s. | Transf. 100 v. | » | |
| | | | | | | | Belfort. | | Cont. 2·220 v. | | | |
| Bedous | 973 | *M. d'Hers* | Sept. 1888. | Public et part. | 2 turbines. | 16 | Gramme, 40 A. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | 20 fr carcel-année. |
| Hasparren | 5 758 | *Claroux et Guillerme* | Avril 1896. | Public et part. | Turb. de 60, Otto à pétr. de 16. | 100 | Sautter-Harlé. Altern. Belfort | A. | Triph. 5000 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Bouloc. |
| Arudy | 1 731 | *Laprade* | Avril 1897. | Public et part. | Turbine. | 30 | 2 Henrion, 60 A. | A. | Cont. 550 v. Triph. 3000 v. 50 p : s. | 3 fils, 2 . 550 v. Transf. 110 v. | Néant. | 30 fr lampe-an 16 b. |
| Mauléon-Licharic | 2 575 | *Etchegoyhen et Cie* | 1897. | Public et part. | Turbine. | 60 | 2 Sautter-Harlé. Altern. Oerlikon | A. | Cont. 110 v. Triph. 380 v. 50 p : s. | Transf. 3 fils. | » | |
| Saint-Palais | 1 949 | *Barthouil* | 1895. | Public et part. | Turbine. | 30 | Amelin et Renaud. | A. | Continus. | En dérivation. | » | |
| Saint-Jean-Pied-de-Port | 1 500 | *Sujol et Auxo* | 1890. | Public et part. | Turbine. | 40 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 145 v. | 2 fils, 145 v. | » | |
| Salies-de-Béarn | 6 137 | *Renaud* | 1893. | Public et part. | 3 turbines. | 250 | 2 Amelin et Renaud. | A. | Alt. 2400 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jurançon et Gelos . . . | 1 985 | *Société d'électricité de Jurançon* . . . . . | 1900. | Public et part. | Hydraulique. | 200 | 2 alt. diph. Alioth. . | A. | Alt. diph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Sauveterre-de-Béarn . . | 1 556 | *Soulheben et Lesconte* . . | 1899. | Public et part. | Turbine. | 50 | 1 altern. Oerlikon. . | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Espelette . . . . . | 662 | *Municipalité.* . . . . . | 1899. | Public et part. | Turbine. | 50 | Sautter-Harlé. . . . | A. | Cont. 140 v. | 3 fils, 2 . 140 v. | » | |
| Cambo-les-Bains . . . . | 2 012 | *Société franco-espagnole.* | » | » | Hydraulique. | » | Usine de Val-Carlos (Espagne) . . . . | » | Tr. 15 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Amendeuix, Arnéguy, Ascarat, Bidarray, Iholdy, Irissary, Louhossoa, Uhart. |
| Ithorrots . . . . . | 205 | | | | | | | | | | | |
| Behasque . . . . . | 321 | | | | Turbine. | | | | | | | |
| Domezain . . . . . | 813 | *Baron d'Abbadie.* . . . . | 1904. | Public et part. | Usine de Charritte. | » | Alt. Comp. gén. Nancy | A. | Triph. 7500 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Etcharry . . . . . | 326 | | | | | | | | | | | |
| La Bastide-Clairence . . | 1 364 | *Auzi* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Ascain . . . . . | 1 128 | | | | | | | | Cont. 150 v. | 3 fils, 2 . 150 v. | | |
| Louvie-Juzon . . . . . | 387 | *Borda-Lablanque.* . . . . | » | » | — | » | Comp. gén. Nancy. . | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Ustaritz . . . . . | 2 507 | *Hirigoyen.* . . . . . | » | » | — | » | — | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | » | |
| Licq-Atherey . . . . . | 1 620 | *Goux.* . . . . . | » | » | — | » | Gramme. . . . . | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | Alimente Etchebar, Haux. |
| Ainhoa . . . . . | 707 | *Société la Nivelle et Municipalité.* . . . . . | » | Public et part. | — | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Saint-Pée et Sare. |
| Arance . . . . . | 314 | *Avèque.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3600 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Abidos, Artix, Monein, Noguères, Os-Marsillon, Pardies. |
| Billière . . . . . | 1 198 | *Société électrique des Pyrénées.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2400 v. 80 p:s. | Transf. 110 v. | » | Usine alimentant Pau. |
| Camon-Mixe-Suhast . . . | 299 | *D'Abbadie.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Aroue, Béhasque, Domezain, Etcharry, Ithorots, Saint-Palais. |
| Charritte-de-Bas . . . | 331 | *Joantho et Keller.* . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 7500 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Abitain, Autevielle, Carresse, Charre, Escos, La Bastide, Lahoutan-Nabas, Saint-Gladie, Arrive. |
| Itsatsou . . . . . | 1 451 | *Société l'Electra.* . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Anglet, Arruntz, Hérauritz, Ustarits, Jurançon, Gélos. |
| Ossès . . . . . | 1 814 | *Société franco-espagnole.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | Fonctionne en parallèle avec l'usine de Val Carlos (Espagne). |
| Tardets-Sorholus . . . | 1 080 | *Béguerie* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | Alimente Trois-Villes. |
| Aldudes . . . . . | 1 077 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Arette . . . . . | 1 743 | *Bernadicou-Lagrave* . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 200 v. | 2 fils, 200 v. | » | |
| Bénéjacq . . . . . | 1 694 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | » | |
| Bidache . . . . . | 2 217 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2000 v. 95 p:s. | Transf. 100 v. | » | |
| Gan . . . . . | 2 710 | *Mirat et Favereau.* . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Gotein-Libarrenx . . . | 537 | *Béguerie* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | 120 v. | » | |
| Rébénacq . . . . . | 840 | *Bernes* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 100 v. | 100 v. | » | |
| Rive-Haute . . . . . | 595 | *Minvielle* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | |
| St-Étienne-de-Baigorry . | 2 414 | *De Portal.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hendaye. . . . . | 3 215 | *Société Electra.* . . . . . | » | Public et part. | Usine d'Irun (Espagne). | » | » | A. | 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Urrugne . . . . . | 3 000 | | | | | | | | | | | |
| Pontacq. . . . . | 2 815 | *Société des usines hydro-électriques.* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Tr. 22 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimenté par l'usine de Villelongue (Hautes-Pyrénées). |
| **Pyrénées (Hautes-).** | | | | | | | | | | | | |
| Argelès-Gazost . . . . | 1 882 | *Cie d'Elec. des Pyr. Centr.* | Juill. 1887. | Public et part. | Hydr. et vap. | 60 | Edison. . . . . | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | Néant. | Accumulateurs le jour. |
| Bagnères-de-Bigorre. . | 8 638 | *Médebielle.* . . . . . | Oct. 1903. | Particuliers | Turbine. | 20 | » | A. | Cont. 225 v. | 3 fils, 2 . 225 v. | 40 | |
| Tarbes. . . . . | 24 197 | *Compagnie du Centre et Midi* . . . . . | Mars 1891. | Public et part. | Vap. et hydr. | 250 | Triph. 5000 v, 50 p:s. | A. | Triph. et cont. | Transf. 120 v. | » | |
| Vic-en-Bigorre. . . . . | 3 943 | *Municipalité.* . . . . . | Mai 1892. | — | Hydr. et vap. | 40 | Comp. gén. Nancy. . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | » | 56,5 fr lampe-an 10 b. |
| Maubourguet. . . . . | 2 500 | *Lartigue.* . . . . . | Août 1892. | — | Turbine. | 40 | 2 Sautter-Harlé, 90 a. | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | Publ. 1500 fr 421.-an 16 10 b. Part. 0,95-0,88 fr le kw-h. |
| Lannemezan . . . . . | 1 790 | *Descomp-Barlié* . . . . | Déc. 1892. | — | Turbine. | 30 | 2 Gramme, 70 a . . | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. 2 . 120 v. | » | |
| Campan . . . . . | 2 744 | *L. Porte.* . . . . . | Févr. 1895. | — | Turb. Fontaine de 30. | 30 | 2 Gramme . . . . . | A. | Cont. 2.0 v. | 2 fils, 220 v, | » | Contrat 10 a. avec la ville. Part. 30 fr lampe-an 10 b. |
| Montgaillard . . . . . | » | *Chauvot.* . . . . . | Mars 1908. | — | 2 vap. Farcot. | 540 | 2 alt. triph. Farcot. | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Barèges-Luz. . . . . | 1 000 | *Compagnie des Eaux.* . . | Juill. 1896. | — | Turbine. | 70 | Gramme . . . . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Pé . . . . . | 2 128 | *L. Ross.* . . . . . | 1901. | — | Turbine. | 150 | Altern. Oerlikon. . . | A. | Alt. 5200 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Cadéac . . . . . | 250 | | | | | | | | | | | |
| Areau. . . . . | 994 | *Claverie.* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Aneizan. . . . . | 535 | | | | | | | | | | | |
| Labreule . . . . . | 619 | *Saint-Ubéry-Osmin.* . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 115 v. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Luz-Saint-Sauveur . . . | 1 504 | *Masclet et Cie* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils. 2 . 125 v. | » | |
| Rabastens. . . . . | 1 156 | *Cordonin* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimenté par l'usine de Villecontal (Gers). |
| Pouzac . . . . . | 893 | *Jules Bérot* . . . . . | 1901. | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Cauterets. . . . . | 1 594 | » | 1905. | » | — | 70 | 2 Comp. gén. Nancy. | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Laurent-de-Neste . | 1 327 | *Birabent* . . . . . | 1905. | » | — | » | Comp. gén. Nancy. . | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | » | |
| Pierrefitte-Nestalas . . | 765 | *Bideau* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 240 v | 2 fils, 240 v. | » | Alimente Saint-Savin, Soulom. |
| Loures . . . . . | 515 | *Hudson et Laffargue.* . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 145 v. | 3 fils, 145 v. | » | |
| Villelongue . . . . . | 635 | *Soc. des Hautes-Pyrénées.* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Tr. 22 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Lamarque, Boutacq. |
| Ancizan. . . . . | 583 | *Forgues.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Castelnau-Magnoac. . . | 1 410 | *Ariez.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Galan. . . . . | 1 055 | *Brun.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 3 fils. 2 . 150 v. | » | |
| Guchen . . . . . | 383 | *Forgue* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sailhan. . . . . | 247 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 240 v. | 2 fils. 240 v. | » | |
| Saint-Lary . . . . . | 241 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sarrancolin. . . . . | 305 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Trie . . . . . | 1 435 | *Bergez* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Continus. | 3 fils. 110 v. | » | |
| **Pyrénées-Orientales.** | | | | | | | | | | | | |
| Perpignan. . . . . | 35 088 | *Société hydro-élect. Roussillonnaise* . . . . . | 1889. | Public et part. | Usine de Vinça. | 1250 | 3 transf. Alioth. . . | A. | Cont. et triph. 2000 v. 50 p:s. | Tr. Schneider. 110 v. Mot. synchr. et génér. Alioth. | 28 | 1 fr le kw-h. Alimenté par l'usine de Vinça. |
| Prades . . . . . | 3 666 | *Compagnie cent. d'éclair.* | 1891. | Public et part. | 3 turb. Herc. | 140 | Belfort. . . . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | 33 | 56 fr l.-an 16 b. rachat du privilège du gaz. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DINAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amélie-les-Bains | 1 245 | *M. Seguin* | Déc. 1892. | Public et part. | Turbine. | 110 | Amelin et Renaud. | A. | Continus. | 2 fils, 110 v. | Néant. | Alimente Palalda. |
| Saint-Paul-de-Fenouillet. | 2 000 | *Louis Abram* | Févr. 1895. | Public et part. | Turb. Herc. | 22 | Manchester. | A. | Cont. 120 v. | En dérivation. | Néant. | 36 fr lampe-an 10 b. |
| Latour-de-France et Estagel | 1 351<br>2 855 | *Société Roussillonnaise* | 1895. | Public et part. | Hydraulique. | 40 | Ganz-Schneider. | A. | Alt. 2000 v. | Tr. Zipernowski. | Néant. | 30 fr lampe-an 10 b. |
| Elne | 3 300 | *Société Roussillonnaise* | 1895. | Public et part. | Turb. Hercule. | 30 | F. Henrion. | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente Estagel. |
| Vernet-les-Bains | 1 112 | *Société Roussillonnaise* | Juin 1896. | Public et part. | Turbine. | 60 | 2 F. Henrion | A. | Continus. | 3 fils 250 v. | Néant. | 50 fr lampe-an de 10 b. 1 fr le kw-h. |
| Prats-de-Mollo. | 2 481 | *Municipalité* | 1895. | Public et part. | Roue Pelton. | 25 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Millas | 2 077 | *Société hydro-électrique Roussillonnaise* | 1900. | Particuliers. | Usine de Vinça. | » | » | A. | Alt. triph. 7500 v. 50 p:s. | Transf. 125 v. | » | |
| Bouleternère | 772 | | | | | | | | | | | |
| Ille-sur-Têt | 3 298 | | | | | | | | | | | |
| Rhodès | 402 | *Société Roussillonnaise* | 1900. | Public et part. | Hydraulique. | 120 | Compagnie électro-mécanique | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Tr. Brown-Boveri. 110 v. | » | |
| Thuir | 3 055 | | | | | | | | | | | |
| Laroque-des-Albères | 1 210 | *Municipalité* | » | » | » | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Latour-de-Carol | 602 | *Municipalité* | » | » | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v, acc. | » | |
| Pia | 1 854 | *Jules de Lamer* | » | » | Usine de Vinça. | » | » | A. | Tr. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Pezilla-la-Rivière | 1 806 | *Municipalité* | 1901. | » | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Ceret | » | *Delpont* | 1903. | Public et part. | — | » | Comp. gén. Nancy. | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Arles-sur-Tech. | » | *Cantaloup et Catala* | 1900. | — | » | 50 | » | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | Usine génératrice. |
| Vinça | 1 752 | | 1902. | — | Turbines. | 1500 | 3 alt. triph. Alioth 9000 volts | A. | Triphasés. 50 p:s. | Alt. à tension directe. | » | Alimentant en outre Canet, Sainte-Marie, Salces, le Vernet, Villelongue. |
| Saint-Feliu | 1 438 | | 1902. | — | Usine de Vinça. | » | Transf. Alioth. | A. | — | Tr. 7500/125 v. | » | |
| Le Soler | 1 569 | | 1902. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Saint-Laurent | 4 470 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Saint-Hippolyte | 1 262 | *Société hydro-élect. Roussillonnaise* | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Bompas | 1 525 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Pia | 1 953 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Claira | 1 685 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Torreilles | 1 725 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Neffiach | 1 062 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Corneilla | 1 223 | | 1903. | — | — | » | — | A. | — | — | » | |
| Tautavel | 1 136 | *L. Abram* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Saint-Estève | 1 409 | *Chicheline* | 1903. | Public et part. | Turbine. | 20 | Creil-Schuckert. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | » | |
| Maureillas | 1 386 | *Municipalité* | 1903. | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| Fuilla | 378 | *Ecoiffier* | » | Public et part. | — | » | » | A. | Tr 15 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Baho, Baixas, Canohès, Cattlar, Codalet, Corbère, Corneilla, Espira, Eus, Montescot Olette, Ponteilla, Ria, Rivesaltes, Toulonges, Trouillas, Vernet-les-Bains, Villefranche, Elne, Thuir, Villeneuve. |
| Aussignan | 300 | *Abram* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Maury, Saint-Paul-de-Fenouillet, Lesquerde, Saint-Arnac. |
| Arles-sur-Tech. | 2 386 | *Cantalou et Catala* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sahorre | 755 | *Vidal* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Alénya | 678 | | | | | | | | | | | |
| Argelès-sur-Mer | 3 560 | | | | | | | | | | | |
| Banyuls-sur-Mer | 3 110 | | | | | | | | | | | |
| Cabestany | 1 500 | | | | | | | | | | | |
| Collioure | 2 940 | *Roquet-Lalanne* | » | — | Sous-station de Saleilles. | » | » | A. | Alt. 7500 v. 50 p:s. | Transf. 125 v. | » | Sous-station alimentée par les usines de Vinça et de Perpignan. |
| Saint-André | 854 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Cyprien | 921 | | | | | | | | | | | |
| St-Genis-des-Fontaines | 795 | | | | | | | | | | | |
| La Tour-Bas-Elne | 378 | | | | | | | | | | | |
| Caudiès | 1 109 | | | | Hydraulique. Usine de St-Georges. | | | | | | | |
| Tautavel | 1 200 | *Société méridionale* | » | — | | » | Transf. Alioth | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 125 v. | » | |
| Vingrau | 1 057 | | | | | | | | | | | |
| Le Perthus | 592 | » | » | — | Usine de la Farga (Espagne). | » | » | A. | Alt. 3000 v. 42 p:s. | Transformateurs. 3 fils, 2 . 120 v. | » | |

## Rhône.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Société des Forces motrices du Rhône* | 1897. | Public et part. | Turbines Escher-Wyss. | 20 000 | 16 altern. triphasés Brown-Boveri. | A. | Triph. 3500 v. 50 p:s. | Transf. Labour et Brown-Boveri. | 28,5 | |
| | | *Cie du Gaz* | 1887. | Particuliers. | Vap. et sous-station de Vaux-en-Velin. | 5000 | 3 Belfort, 250 a. Belfort 1500 a. | S. | Cont. 110 v. Triph. 2400 v. | 3 fils : acc. Tudor. Triph. 200 v. | » | Alimente : La Mulatière, Oullins, Saint-Genis-Laval. |
| | | *Compagnie lyonn. d'élect.* | | | | | 1 Alioth | | | | | |
| Lyon | 416 028 | *de Mercey et Cie* | Juin 1895. | Particuliers. | Vap. Piguet. | 60 | R. Alioth et Cie, 170 v. | A. | » | » | » | |
| | | *Soc. Ilot Tolozan* | 1891. | Particuliers. | Vapeur. | 60 | Ganz-Schneider. | S. | Cont. 120 v. | 2 fils ; acc. Tudor. | 28,5 | |
| | | *Ilot Bissuel (Lombard-Gerin et Cie, propriét.)* | 1892. | Particuliers. | 2 gaz Niel. | 40 | Ganz-Schneider. | S | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Villefranche-sur-Saône | 12 928 | *Supprimé puis exploité par la Cie du Gaz* | 1888. | Particuliers. | Vapeur. | 150 | Parent et Belfort | A. | Cont. 150 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2 . 150 v. | 30 | Alimente Gleizé. |
| Pontcharra-sur Turdine | 1 789 | *Thermos et Desvignes* | Déc. 1891. | Public et part. | Hydr. et vap. | 18 | Grammont syst. Mordey | A. | Alt. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | |
| Charbonnières-les-Bains | 951 | *Société du Casino* | Mai 1892. | Public et part. | Vap. Biétrix. | 40 | F. Henrion | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2 . 125 v. | Néant. | Forf. saison Mai-Nov. |
| L'Arbresle | 3 577 | *M. Chapelle* | 1892. | » | 2 turbines. | 150 | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | |
| Beaujeu, Cercié, Belleville et Montmerle | 3 387 650 2 922 | *Delafond et Barudio* | 1895. | Public et part. | 1 turb. Picard. | 400 | 4 alt. Brown-Boveri. | A. | Alt. 10 000 v. 60 p:s. | Transformateurs. 120 et 240 v. | Néant. | L'usine des Ardillats alimente en outre : Durette, Monsols, Saint-Didier, Saint-Lager. |
| Les Ardillats | 944 | | | | | | | | | | | |
| Amplepuis | 6 960 | *Ville d'Amplepuis* | 1896. | Public et part. | 2 gaz pauvre Bénier. | 30 | Ganz-Schneider. | A. | Cont. 120 v. | 3 fils. Accum. Tudor. | » | 0,65 fr le kw-h. |
| Tarare | 11 186 | *Société anonyme d'éclairage* | » | » | » | 160 | 2 Alioth 1 survolteur Alioth | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Sainte-Foy | 2 914 | *Compagnie Fourvière et Ouest lyonnais* | » | » | » | » | » | » | Tr. 50 p:s. | Transf. 200 v. | » | |
| Saint-Fons | 4 160 | *Société de Saint-Gobain* | 1903. | » | » | » | Sous-station de Lyon. | » | Tr. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Anse | 2 070 | *Crozet et Chevalier* | 1905. | Public et part. | Turbine, vap. Gaz pauvre. | 110 | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. Accum. Simplex. | » | 0,70 le kw-h, 36 fr par an la lampe de 16 bougies. |
| Cusset | 1 280 | *Société des forces motrices du Rhône* | » | — | Hydraulique. | 20 000 | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Usine alimentant Lyon et Saint-Fons. |
| Quincié | 1 635 | *Duvernet* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Marchampt. |
| Saint-Jean-d'Ardières | 1 200 | *Jambon* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | Usine du Sou. |
| Allières | 165 | *Duperray* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v, | » | |
| Chessy-les-Mines | 777 | *Roux et Crozet* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Craponne-Vaugneray | 1 957 | *Balaud* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 140 v. | 2 fils, 140 v. | » | |
| Lozanne | 768 | *Perrot* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |







Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈMES DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| St-Symphorien-sur-Coise. | 2 592 | *Durand* | » | Public et part. | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Villié-Morgon | 2 334 | *Jambon* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Usine du Sou. |
| Sainte-Colombe. | 1 210 | *Société régionale d'électricité* | » | — | Usine de Vienne (Isère). | » | » | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | Usine de Vienne (Isère). |
| Saint-Romain | 730 | | | | | | | | | | | |
| Vaux-en-Velin | » | *Société Grenobloise de force et de lumière* | 1907. | — | Station réceptrice de l'usine de la Plombière (Savoie). | 2500 | Réceptrices Thury. | A. | Continus. 57 000 v. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | » | Alimente Lyon et environs. |
| **Saône-et-Loire.** | | | | | | | | | | | | |
| Le Creusot | 19 713 | *Éclairage des usines* | 1888. | » | Gaz et vapeur. | Ens. 300 | Ganz-Schneider. | A. | Alt. et cont. | Diverses tensions | » | |
| Montchanin-les-Mines | 4 380 | *Grande Tuilerie de Bourgogne* | 1898. | Public et part. et gaz. | Vapeur. | 250 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Autun | 15 543 | *Collinet* | » | » | — | » | » | » | Alt. 2400 v. 88 p:s. | Transf. 100 v. | » | Alimente Saint-Pantaléon. |
| Châlon-sur-Saône. | 26 288 | *Compagnie du Gaz* | » | » | — | 150 | Thury-Schneider | » | Cont. 220 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Montceau-les-Mines | 22 467 | *Compagnie de Blanzy* | 1901. | Particuliers. | — | 1300 | » | A. | Triph. 5000 v. | Transformateurs. | » | |
| Saint-Gengoux | 1 780 | *Chevrier* | 1905. | Public et part. | Hydraulique. | 30 | Grammont | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Tr. Grammont. | » | |
| Saint-Marcel. | 1 886 | *M. Bidault* | » | » | Pétrole. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Sorlin. | 1 217 | *Thomachot* | 1901. | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Cuisery | 1 530 | *Jann* | 1905. | Public et part. | 1 moteur Lyon à gaz pauvre. | 25 | Française électrique. | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Forfait. |
| Étang-sur-Arroux | 1 852 | *Pioche-Nomblet* | » | » | Vapeur. | 30 | Schneider | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 120 v. | » | |
| Sercy | 237 | *Compagnie électrique de la Grosne* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Bresse, Buxy, Etrigny, Givry, Nanton, Saint-Boil, Saint-Désert, Saint-Gengoux, Saint-Vallerin, Sennecey. |
| Gothard | 20 | *Barqui, Chassary et Merlin* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Baudemont, Chauffailles, Lachapelle-sous-Dun, La Clayette. |
| Cormatin | 771 | *De l'Horme* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 220 v. | » | |
| Pierre-de-Bresse. | 1 944 | *Boissard* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Léger-sur-Dheune. | 2 016 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Change | 543 | | | | Hydraulique. | | | | | | | |
| Cheilly-les-Maranges | 897 | *Devèze et Cie* | » | — | Usine de Nolay (Côte-d'Or), | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Tran-f. 110 v. | » | |
| Paris-l'Hôpital | 570 | | | | | | | | | | | |
| **Saône (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| Montbozon. | 702 | *A. Blaize* | Nov. 1894. | Particuliers. | Turbine. | 40 | 2 Midoz de 18 kw. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | Alimente Thiénans. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gray | 6 818 | *P. Barbot et C^ie* | Oct. 1900. | Public et part. | et Satre. | 200 | 2 Postel-Vinay | A. | | 3 fils, 2.220 v. | | |
| Champlitte | 2 350 | *Société d'électricité.* . . | 1899. | Public et part. | Turbine. | 50 | Soc. Als. Belfort. . . | A. | Cont. 155 v. | 3 fils, 2.155 v. | » | |
| Saint-Loup. | 3 656 | *Veuve Lebrun et fils* . . . | 1892. | Public et part. | Turbine. | 53 | Soc. Als. Belfort. . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Marnay | 862 | *Compagnie élect. Comtoise.* | » | » | Hydraulique. Gaz pauvre. | » | » | » | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Avrigney, Brussey, Bucey, Charcenne, Chaumercenne, Chenevrey, Gy, Montagney, Pesmes, La Résie, Sornay, |
| Aillevilliers. | 1 502 | *P. Renaud* | » | » | Hydraulique. | 30 | 3 dynamos. | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Vesoul | 8 551 | *Société du Nord et de l'Est.* | » | » | » | » | » | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Pont-sur-l'Ognon. | 95 | *J. Riehr.* | 1901. | Public et part. | Turb. Belfort. | 50 | Soc. Als. Belfort | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Chassey, Esprels. |
| Faucogney. | 1 014 | *Auguste Bloch* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Pont-du-Bois. | » | *Société d'électr. de Pont-du-Bois.* | 1908. | Public et part. | Hydraulique. Vapeur. | 250 | 3 alt. Belfort. . . | A. | Triph. 5000 v. | Transf. 115 v. | » | |
| Dampierre. | » | *Municipalité.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | Accum Tudor. 2 fils. | » | |
| Ronchamp | » | *Société des houillères de Ronchamp.* | 1908. | — | 3 turbines à vapeur. | » | 3 alt. Belfort. . . 3 transform. Belfort. | A. | Tr. 30 000 v. 50 p;s. | Transformateurs. 5000 v. et 110 v. | » | |
| Cromary | 208 | *Chevalier.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 3000 v, 50 p:s. Cont. 100 v. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Neuvelle et Rioz. |
| Fresnes-Saint-Mamès | 512 | *Ramondot.* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 1500 v. 50 p:s. | 3 fils, 110 v. | » | Alimente Grencourt, Vezet, Cruet. |
| Maizières | 315 | *Amet.* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s, | Transf. 110 v | » | Alimente Grandville et Pernot. |
| Arc-les-Gray. | 2 827 | *Société des Grands-Moulins.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Champagney | 4 090 | *G. Lods.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Conflans | 861 | *Hatzig frères.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | 3 fils, 2.115 v. | » | |
| Fougerolles. | 5 695 | *Bardot et C^ie.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Plancher-les-Mines | 2 685 | *Bertrand* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 240 v. | 3 fils, 2.240 v. | » | |
| Savoyeux | 485 | *Outhenin-Chalandre et C^ie.* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Scey-sur-Saône. | 1 478 | *Barberot* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Bay | 147 | | | | Hydraulique. | | | | | | | |
| Chancey. | 256 | *Compagnie électrique com-* | | | Usine | | | | | | | |
| Morogne | 58 | *toise* | » | — | de Courchapon | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Valay. | 847 | | | | (Doubs). | | | | | | | |
| Pin-l'Emagny. | 503 | *Grandclément.* | » | — | Usine d'Emagny (Doubs). | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| **Sarthe.** | | | | | | | | | | | | |
| | | *A. Brillouin* | 1887. | Particuliers. | Vapeur. | 150 | Edison. | A. | | 3 fils, 2.110 v. | Pub. 15 | Forfait, compteurs. |
| Le Mans. | 49 665 | *Compagnie du Gaz.* | Nov. 1887. | Public et part. | 6 Weyher 50. | 300 | Brown-Boveri et C^ie. | S. | Cont. 110 v. | Accumulateurs. | Part. 24 | Forfait, 1 fr le kw-h. Canal. Berthoud-Borrel et Callender. |
| Le Lude. | 3 713 | *Leroy* | Sept. 1893. | Public et part. | 2 Vap. 36 chev. | 72 | 4 Gramme, 60 A. | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. Accumulateur. | Néant. | Forfait. Distr. f. motrice. |
| Vaas. | 1 586 | *Municipalité* | Avril 1894. | Public et part. | Roue Sagebien. | 13 | Thury, 10 kw. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | C. 5 a. 36 et 30 fr. l-an 16 b. |
| Malicorne. | 1 389 | *Boudvert.* | 1896. | Public et part. | Roue. | 50 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | |
| Sablé. | 6 118 | *E. Villain.* | 1898. | Public et part. | Turbine. | 50 | Sautter-Harlé. | A. | Cont 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | Compteur et forfait. |
| La Chartre-sur-Loir | 1 624 | *Leroy* | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | Accumulateurs. |
| Connerré | 1 717 | *Creté et C^ie.* | » | » | — | 30 | 2 dynamos | A. | Cont. 120 v | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| St-Aubin-des-Coudrais. | 1 098 | *Municipalité.* | » | Public et part. | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| La Suze | 2 644 | *Spindler* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³ | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Savoie.** | | | | | | | | | | | | |
| Modane et les Fourneaux. | 2 771<br>670 | *A. Trillat et Sc. Bouvier.* | Oct. 1885. | Public et part. | Turbine. | 60 | 2 Thury, 45 kw. . . | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | 42 fr. lampe-an 16 b. |
| Yenne. . . . . | 2 520 | *F. Labaye* . . . . . | 1887. | Public et part. | Turbine. | 24 | Edison, 16 A . . . . | A. | Cont. 100 v. | 2 fils. | Néant. | 40 fr lampe-an 10 b. |
| S.-Jean-de-Maurienne. . | 3 278 | *Roche et Carlos* . . . . | 1889. | Particuliers. | 2 turbines, 30. | 60 | Thury. . . . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | |
| Saint-Genix-d'Aoste. . . | 1 912 | *Municipalité.* . . . . . | 1889. | Public et part. | 2 turbines. | 100 | Schuckert, Grammont | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | 20-30-40 fr l.-an 10-16-32 b. |
| Brides-les-Bains. . . . . | 158 | *Le comte Greyfié.* . . . . | Janv. 1890. | Public et part. | Turbines. | 150 | 1 Thury, 1 Fives-Lille. | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | Néant. | Forfait. |
| Moutiers. . . . . | 2 489 | *Comte de Lauzière.* . . . | 1891. | Public et part. | Turbines. | 50 | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | Néant. | |
| S.-Michel-de-Maurienne. . | 2 017 | *Ledduzzi* . . . . . | 1891. | Particuliers. | Roue hydr. | 70 | Fein. . . . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. | Néant. | 3,75 fr l.-mois 16 b. |
| Les Échelles. . . . . | 748 | *Lidière fils* . . . . . | Juin 1895. | Public et part. | 2 turbines. | 200 | Alt. Grammont. . .<br>Dyn. Routin, c. à 300 v | A. | Triph. 50 p:s.<br>Continus. | Transf. 110 v. | Néant. | Alim. Entre-Deux-Guiers. |
| Chambéry. . . . . | 21 762 | | | | | | | | | | | |
| Challes-les-Eaux. . . . | 572 | | | | | | | | | | | |
| Les Marches. . . . . | 1 117 | *Soc. des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.* . | Juin 1895. | Public et part. | Hydraulique. | » | Usine du Bréda. . . | » | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Arbin, Bassens, Bissy, Cognin, Leysses, La Motte-Servolex, La Rochelle, Saint-Alban, Saint-Jean, Saint-Pierre. |
| Myans. . . . . | 553 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Pierre-d'Albigny. . | 2 953 | *Société anonyme.* . . . . | 1897. | Public et part. | Hydraulique et gaz pauvre. | 24 | Gramme . . . . . | A. | Cont. et alt. 110 v. | Accum. Tudor. En dérivation. | » | 0,90 fr le kw-h. |
| Aix-les-Bains . . . . . | 8 328 | *Compagnie du Gaz.* . . . | 1896. | Public et part. | Vapeur. | 1195 | Soc. Als. Belfort . .<br>Schneider . . . . | S. | Continus.<br>240 à 280 v. | Accum. Tudor.<br>3 fils, 2.120 v. | » | |
| Aime . . . . . | 960 | *E. Rochet.* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Arèches. . . . . | 2 280 | *F. Chevalier-Joly.* . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Beaufort . . . . . | 2 286 | *Blanc-Gounet* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Bourg-Saint-Maurice . . | 2 922 | *Ch. Mayet.* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| S.-Étienne-de-Cuines . . | 1 019 | *Bozon-Verdurez* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| S.-Pierre-d'Entremont. . | 775 | *F. Fetaz* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 105 v. | 2 fils, 105 v. | » | |
| Ugines . . . . . | 2 014 | *Ajoux.* . . . . . | 1904. | Public. | 3 turbines. Hydraulique. | 1800 | Alt. Brown-Boveri. . | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | Usine électrochimique. |
| Aiguebelle . . . . . | 898 | *Société anonyme d'Aiguebelle* . . . . . | » | Public et part. | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Randens. |
| Le Bridoire. . . . . | 1 132 | *Bouvier.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Attignat, Lépin, |
| Chaille. . . . . | 10 | *Société hydro-électrique de Guiers.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Tr. 15 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Pont-de-Beauvoisin, Saint-Béron, Romagnieu |
| Albens . . . . . | 1 640 | *Pillet.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| Albertville. . . . . | 6 164 | *Aubry.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Chindrieux . . . . . | 1 167 | *Angelino* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 130 v. | 2 fils, 130 v. | » | |
| Epierre. . . . . | 565 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Hauteluce. . . . . | 1 127 | *Bossat* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Lanslebourg. . . . . | 974 | *Grand* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 120 v. | » | |
| Queige . . . . . | 1 202 | *Combaze-Deville.* . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 230 v. | 2 fils, 230 v. | » | |
| La Plombière (Usine de Moutiers). . . . . | » | *Société Grenobloise de force et de lumière.* . . . . | 1907. | — | 4 turbines Piccard. | 6000 | Thury à haute tens. | A. | Continus. 57 000 v. | En sér. 57 000 v. 180 km. | » | Usine alimentant Lyon par la sous-station de Vaux-en-Velin. |
| **Savoie (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| La Roche-sur-Foron. . . | 3 310 | *Municipalité.* . . . . . | Nov. 1885. | Public et part. | Hydr. et vap. | 100 | 2 Thury. . . . . | A. | Cont. 140 v. | En dérivation. | Néant. | 72 fr l.-an 16 b. |
| Alby-sur-Chéran. . . . . | 1 097 | *Daviet* . . . . . | Janv. 1889. | Public et part. | Hydraul. | 50 | Dumont . . . . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils. | Néant. | 30-75 fr l.-an 10-16 b. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tanninges | 2 200 | *F. Burtin et Cie* | Oct. 1891. | Public et part. | Hydraulique. | 55 | 1 Thury | A. | Cont. 125 v. | En dérivation. Accumulateurs. | Néant. | 50 fr l.-an 10 h. |
| Rumilly | 3 981 | *Goichot* | 1895. | Public et part. | Hydraul. | 120 | Labour | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | 30 fr l.-an 16 h. 0,55 c le kw-h. |
| Marignier | 1 817 | *Abre* | 1898. | Public et part. | Hydraulique. | 100 | Alt. triph. Alioth | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Marnaz, Vouzy. |
| Chamonix | 2 435 | *Société locale* | 1897. | Public et part. | Turbine. | 200 | Soc. Als. Belfort | A. | Triph. 2500 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente les Bossons, les Praz. |
| Thonon<br>Évian<br>Annemasse<br>Chevenoz | 5 666<br>2 830<br>164<br>2 460 | *Société électrique d'Evian* | 1900. | Public et part. | Hydraulique. Usines de Chévenoz et de Pont-du-Giffre. | 1400 | Alt. triphas. Oerlikon et Alioth | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 120 v. et 200 v. | Néant. | Alimente Anthy, Armoy, Larringes, Neuvecelle, Reyvrox, Vinzier, Lugrin, Maxilly, Meillerie. |
| Arthaz | 650 | *Soc. des chemins de fer du Salève* | 1892. | Particuliers. | Hydraulique. | 500 | Thury | A. | Cont. 550 v. | 2 fils, 550 v. | Néant. | |
| Morzine | 1 554 | *Duby* | » | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Saint-Gervais | 1 927 | *Régis Joya* | » | » | — | » | » | » | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Thônes | 2 914 | *Perrisson* | » | » | — | » | » | » | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Le Mont-Saxonnex | 1 442 | *Goichot* | 1901. | Particuliers. | — | 50 | 2 Thury | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | Néant. | 15 fr lampe-an 8 h. |
| Sallanches | 2 143 | *Challamel, Bouchage et Viard* | 1902. | Public et part. | Turbines. | 200 | 2 alt. Belfort | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Trans-formateurs. 120 v. et 200 v. | » | |
| Seyssel | 1 444 | *Rothonod* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Argentières | 98 | *Société électrique d'Argentières* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente : Les Chosalets, Les Frasserands, Grassonnet, Les Iles, La Joux, Mont-Roch, Le Tour, Tréléchamp. |
| Brassilly | 94 | *Société des forces du Fier* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 210 v. et 120 v. | » | Alimente : Annecy, Cran-Gévrier, Lovagny, Vovray. |
| Pont-du-Giffre | » | *Société électrique d'Evian* | » | — | — | » | » | A. | Tr. 12 000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 200 v. et 120 v. | » | En parallèle avec l'usine de Chévenoz. Alimente Ambilly, Etrembières, Ville-la-Grand. |
| Boëge | 1 248 | *Baudin* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 225 v. | 2 fils, 225 v. | » | |
| Bonne | 741 | *Baudin* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 225 v. | 2 fils, 225 v. | » | |
| Faverges | 2 449 | *Sicaud* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Lullin | 1 087 | *Degenève* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 1100 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Mégève | 1 770 | *Périnet, Marquet et Morand* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Passy | 2 366 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Saint-Gingolph | 627 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Jeoire | 1 654 | *Guébry, Maing et Rubin* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Samoëns | 2 505 | *Genond, Rey-Millet* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Scionzier | 1 752 | *Veuve Vuarchex et fils frères* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Sixt | 1 845 | *Rannaud* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| **Seine.** | | | | | | | | | | | | |
| **Paris (réservé)** | | | | | | | | | | | | |
| Levallois-Perret | 47 315 | *Compagnie de l'Ouest Parisien* | 1895.<br>1900.<br>1905. | Public et part. | 3 commutat. Alioth.<br>1 commutatr. Labour. | 400 | Courant diph. transformé en cont. | A. | Continus. | 3 fils. Accum. Tudor. | 25 à 30 | Le courant diphasé provient de l'usine de Puteaux. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puteaux | 19 965 | *Compagnie de l'Ouest Parisien* | 1903. | Public et part. | 2 turb. Parsons. | 19 500 | Alt. Brown-Boveri-Parsons et Schneider | A. | Tr. 10 000 v. Dip. 12 700 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Boulogne, Clamart, Colombes, Suresnes, Sceaux. |
| Courbevoie | 20 105 | | | | | | | | | | | |
| Suresnes | 9 056 | *Société anon. des usines à gaz du Nord et de l'Est.* | 1898. | Public et part. | 3 à gaz de 30. | 90 | Sautter-Harlé. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. Accum. Blot. | » | Compteurs. |
| Asnières | 24 317 | *Le Triphasé* | 1900. | — | 8 vap. Belfort. de 1500. 1 vap. de 500. | 18 000 | 1 cont. Belfort. 10 alt. triph. Belfort. | A.S. | Triph. 5000 v. 25 p:s. | Transformateurs. 120 v. et 190 v. | » | Alimente Paris, Bois-Colombes, Clichy, Gennevilliers, Deuil, Enghien, Montlignon, Montmorency, Saint-Prix, Soisy. |
| Saint-Denis | 59 884 | *Société d'électr. de Paris.* | 1907. | — | Turb. à vapeur. | 20 000 | Alt. triph. Brown. | » | Tr. 10 000 v Diph. 25 p:s | Transf. 120 v. | » | Alimente Paris. |
| Gennevilliers | » | *Comp. d'éclairage, chauffage et force motrice par le gaz.* | 1905. | — | 3 Brown-Boveri. | 2 250 | 3 Brown-Boveri. | A.S. | Cont. 500 v. | » | » | |
| Saint-Ouen | 35 436 | *Société éclairage de force par l'électricité* | » | — | Vapeur. | 2 000 | Farcot. | A. | Dip. 12 500 v. 6000 v. 40 p:s. | 110 v. | » | Alimente Paris et Saint-Denis. |
| Ivry | 24 917 | | | | | | | | Triph. 5000 v. et cont. 120 v. | Tr. mot. Alioth. Accum. Tudor. | | |
| Charenton | 16 291 | | | | | | | | | | | |
| Gentilly | 7 400 | | | | | | | | | | | |
| Montreuil | 27 005 | | | | | | | | | | | |
| Vincennes | 27 450 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Mandé | 11 942 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Maur | 20 503 | *Compagnie Est-Parisien et Lumière* | 1900. 1901. | — | Vap. Carels de 1000. | 5000 | Alternateurs triph. Alioth de 800 kw à 5000 volts | A. | Alt. triphasés 5000 v. 50 p:s. | Transf. Alioth. | 25 à 30 | Usine génératrice à Alfortville. Alimente Fontenay-sous-Bois, Kremlin-Bicêtre, Montrouge, Nogent-sur-Marne, Vitry. |
| Alfortville | 17 360 | | | | | | | | | | | |
| Arcueil | 7 064 | | | | | | | | | | | |
| Kremlin | 10 804 | | | | | | | | | | | |
| Joinville | 5 016 | | | | | | | | | | | |
| Créteil | 4 208 | | | | | | | | | | | |
| Saint-Maurice | 7 324 | | | | | | | | | | | |
| Maisons-Alfort | 9 479 | | | | | | | | | | | |
| Choisy-le-Roi | 12 800 | | | | | | | | | | | |
| **Seine-et-Marne.** | | | | | | | | | | | | |
| Melun | 13 640 | *Compagnie du gaz de Melun* | Juill. 1889. | Particuliers. | Vapeur. | 560 | de Ferranti, Patin. | A. | Alt. 2400 v. 90 p:s. | Transformateurs. 110 v. et 200 v. | 20 | Alimente Bois-le-Roi, Boissettes, Dammarie, Voisenon. |
| Provins | 5 597 | *X. Garnot* | Mai 1890. | Particuliers. | Vapeur. | 130 | Lahmeyer et Rechniewski. | A. | Cont. 120 v Acc. | 2 fils, 100 v. | 30 | Forf., compt. 1,20 fr kw-h. Force motr. 0,578 fr kw-h. |
| Crécy-en-Brie | 865 | *O. Patin* | 1894. | Public et part. | Hydraulique. | 30 | Patin, 20 kw. | A. | Alt. 2000 v. | Transf. Patin. | Néant. | Public, 50 fr l.-an 16 b. Part., forfait et 1,5 fr kw-h. |
| Moret-sur-Loing | 2 108 | *Besombes* | 1894. | Public et part. | 2 gaz pauvre. | 50 | Ganz-Schneider. | A. | Cont. 150 v. Triph. 5000 v. 50 p:s. | 2 fils, 110 et 150 v. | » | Alimente Champagne, Les Sablons, Saint-Mammès, Thomery, Veneux. |
| Guignes-Rabutin | 1 058 | *L. Leblond* | Sept. 1894. | Public et part. | Mot. à pétrole. | 12,5 | Sautter-Harlé. | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | Néant. | Forfait 72 fr l.-an 16 b. Compteur 1,25 fr le kw-h. |
| Bois-le-Roi | 1 215 | *Compagnie du gaz de Melun* | 1900. | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Chaumes-en-Brie | 14 078 | *Chuttiat* | | | Vapeur. | | | | Cont. 110 v. | 2 fils. | | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fontainebleau | » | *Eaux* | » | Public et part. | 2 vapeur. | 700 | Schneider 500 v. | A. | Cont. 110 v. | Accumulateurs. | » | |
| Crouy-sur-Ourq | 1 839 | *Lefort, Ruveau et Cie* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Faremoutiers | 868 | *Bombled* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 110 v. | » | |
| Noisiel | 1 254 | *Menier* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transformateurs. 550 v. et 110 v. | » | |
| Combs-la-Ville | 1 138 | *Frachebois* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| **Seine-et-Oise.** | | | | | | | | | | | | |
| Versailles | 51 679 | *Soc. Versaillaise de tramways et de distribution d'énergie* | 1896. | Public et part. | 3 vap. | 1100 | 3 alternateurs monocycliques Thomson-Houston | A. S. | Alt. 2080 v. 60 p:s. | Transf. 110 v. | » | Éclairage assuré par la station des tramways. |
| Neauphle-le-Chateau | 1 2:8 | *Compagnie des Eaux* | Janv. 1896. | Public et part. | Corliss de 40. | 40 | Brown-Boveri | A. | Cont. 110 v. | Accum Tudor. 3 fils, 2.110 v | » | Forf. et compt. 0,90 kw-h. |
| Sèvres | 7 317 | | | | | | | | | | | |
| Garches | 2 640 | *Compagnie d'électricité de l'Ouest Parisien* | 1903. | Particuliers. | Usine de Puteaux. | 4200 | Usine de Puteaux. | A. | Altern. diph. 2800 v. 50 p:s. | Transf. Alioth. | » | Alimente, en outre, Bougival, Chatou, Chaville, Croissy, Marnes, Meudon, Rueil, Vaucresson. |
| Saint-Cloud | 6 374 | | | | | | | | | | | |
| Ville d'Avray | 1 511 | | | | | | | | | | | |
| Presles | 1 307 | *Bila* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Saint-Chéron | 1 641 | *Compagnie gén. d'élect.* | 1899. | Public et part. | Vapeur. | 34 | 2 Brown-Boveri | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Étampes | 8 637 | *Vaillant et Bénard* | 1903. | Public et part. | 2 gaz pauvre de 50. | 100 | 2 Comp. gén. électr. | A. | Cont. 240 v. | 2 fils. Accum. Tudor. | » | |
| Mériel | 681 | *MM. Labrousse et Roux* | 1903. | » | Vapeur. | » | Gramme | » | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Bougival | » | *Compagnie des nouvelles machines élévatoires de Marly* | 1906. | Public et part. | Turbine Brown-Boveri | 450 | Alt. Brown-Boveri | A. | Triph. 3000 v. | Transf. 110 v. | » | |
| Montbray | » | *L. Bila* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 100 v. | Acc. 2 fils, 100 v. | » | Alimente Presles. |
| Quincy-sous-Sénart | 218 | *Frachebois* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont 120 v | 3 fils, 2.120 v. | » | Alimente Varennes-Jarcy. |
| La Roche-Guyon | 620 | *Bréant* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 4400 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Amenucourt, Bennecourt, Bonnières, Freneuse, Gommecourt, Lavacourt, Limetz, Moisson, Vétheuil. |
| Bourey | 699 | *Tartier* | » | — | — | » | » | A | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Gassicourt | 1 361 | *Tavan* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 250 v. | 2 fils, 250 v. | » | |
| Montfermeil | 1 606 | *Société des Grès* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Naclas | 875 | *Ch. Gaillard* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v, | » | |
| Saint-Clair-sur-Epte | 569 | *Dubus* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Vallangoujard | 352 | *Méry* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Gonesse | 2 757 | *Société de force et lumiere électrique* | » | — | Usine de Saint-Ouen. | » | » | A. | Dip. 12 500 v 40 p:s. | Transformateurs 120 v. et 250 v. | » | |
| **Seine-Inférieure.** | | | | | | | | | | | | |
| Rouen | 118 459 | *Compagnie gén. d'électr.* | 1888. | Public et part. | 4 vap. Carels. 2 vap. Farcot. | 7000 | Alt. Brown-Boveri et Oerlikon. Commutatrices | A.S. | C. 2.110 v. Alt. 2200 v. 50 p:s. | 3 fils, 2.110 v. | 25 | 0,75 fr le kw-h. |
| Pont-de-l'Arche | » | » | » | — | Turbine vapeur Schneider Zoelly. | » | Alt. Schneider | A. | Continus. | Accum. Tudor. 110 v. | » | |
| Deville-lès-Rouen | 3 650 | *Compagnie nouvelle du gaz de Deville* | 1903. | — | 2 turb. à vapeur Brown-Boveri Parsons de 150. | 300 | 2 alt. Brown-Boveri de 100 kw. | A. | Triph. 8000 v. 50 p:s. | Tr. Brown-Boveri 125 et 200 v. | » | Alimente Canteleu, le Houlme, Maromme, Notre-Dame de Bondeville. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈMES DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU G Z EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Le Havre. . . . . | 119 470 | *Société l'Energie électrique Ch. Mildé fondateur* . . | 1889. | Particuliers. | 4 vap. Corliss. 1 Carels. | 1800 | 4 de Ferranti de 225 kw et Thomson-Houston . . . 1 alt. Th.-H. de 500. | S. | Alt. 2400 v. 70 p:s. | Transf. 105 v. | 21 | 0,80 fr le kw-h. |
| Fécamp. . . . . | 14 656 | *Veuve A. Legros et fils.* . | Déc. 1892. | Particuliers. | 1 turb. de 15. 3 vap. 240. | 280 | Belfort, Jacquet, Labour. . . . . | A. | Cont. 120 v. et alt. 2000 v. 50 p:s. | 5 fils, 4 batteries Tudor. | 28 | Compteur et forfait. 1 fr à 0.40 fr le kw-h d'après tarif. Alimente Yport. |
| Dieppe . . . . . | 22 439 | *Compagnie centr. du gaz E. Lebon et Cie* . . . . | Août 1892. | Public et part. | Vapeur. | 600 | 5 Belfort. . . . . | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.110 v. Accumulateurs. | 21 | Forfait et 1,5 fr le kw-h. Transmission d'énergie par courants triphasés entre l'usine à gaz et sous-station. |
| Envermeu. . . . . | 1 439 | *Société d'éclairage électrique, Verdier fond.* . . | Oct. 1892. | Public et part | Roue hydraul. | 18 | Gramme, 300 v. . . | A. | Cont. 150 v. | 3 fils, acc. Verdier | Néant. | Forfait et compteur. |
| Saint-Saëns. . . . . | 2 420 | *Brotot* . . . . . | Nov. 1892. | Public et part. | Vapeur. | 55 | Lavo. . . . . | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. | Néant. | 42-48-60-65 fr lampe-an de 10-16-20-25 b. |
| Darnetal. . . . . | 6 460 | *Cie Elbeuvienne du gaz* . . | 1893. | Public et part. | 2 à gaz de 40. | 80 | Société alsacienne. . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. Accum. Tudor. | 26 | Alimente Roncherolles et Saint-Léger. |
| Auffay. . . . . | 1 082 | *A. Chalufour et Cie*. . . | Août 1893. | Public et part. | Turb. Hercule. Vap. réserve. | 28 | Postel-Vinay. . . . | A. | Cont. 115 v. | 2 fils. Accum. Tudor. | Néant. | Forfait. 40-50 fr l-an 10-16 b. |
| Bolbec. . . . . | 12 239 | *Veuve Fèvre*. . . . . | Mars 1895. | Public et part. | Vap. Corliss 135 Vap. Corliss 60. | 192 | Patin et Oerlikon. . | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v, | 25 | Ecl. forfait et 1 fr le kw-h. |
| Arques-la-Bataille. . . | 1 062 | *A. Chalufour et Cie*. . . | Oct. 1894. | Public et part. | Turb. Hercule. | 40 | Postel-Vinay. . . . | A. | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | Néant. | F. motr. 0,25-0,40 fr ch.-h. Forfait. |
| Saint-Romain-de-Colbosc. | 1 876 | *Paul Vézier*. . . . . | Oct. 1895. | Public et part. | Vapeur. | 40 | Gramme . . . | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | Néant. | Engagement de 5 années. 0,80 fr le kw-h. |
| Elbeuf . . . . | 20 542 | *Cie Elbeuvienne du gaz* . . | Nov. 1897. | Particuliers. | Corliss de 150. | 400 | Thury-Schneider et Belfort. . . . . | A. S. | Cont. 110 v. | Accumulateurs. 3 fils, 2.110 v. | » | Alimente Caudebec, Orival, Saint-Aubin. |
| Cany . . . . . | 1 730 | *Rodolphe Buchmann*. . . | 1898. | Public et part. | 2 roues Sagebien de 10 ch. | 20 | 2 Milson et Daveluy. | A. | Cont. 120 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 120 v. | Néant. | Forfait. |
| Yvetot . . . . . | 6 458 | *Compagnie centr. E. Lebon et Cie*. . . . . | 1899. | Particuliers. | 2 à gaz. | 50 | Labour. . . . . | A.S. | Cont. 220 v. Acc. Blot. | 2 fils, 220 v. Accumulateurs. | 30 | Compteur 1,5 fr le kw-h. |
| Veule-en-Caux . . . . | 870 | *Collet Pelletier* . . . . | » | » | Hydraulique. | 15 | Gramme de 10 kw . | A. | Cont. 220 v. | Accumulateurs. 2 fils, 220 v. | » | |
| Mesnières-en-Braye. . . | 944 | *Gaschy* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | Accumulateurs. 2 fils, 120 v. | » | |
| Blangy. . . . . | 1 446 | *Chalufour et Cie*. . . . | » | » | — | » | » | A. | Cont 130 v. | 3 fils, 2.130 v. | » | Alimente Bouttencourt. |
| Torcy-le-Grand. . . . | 665 | *Brissard* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | Alimente Torcy-le-Petit. |
| Saint-Aubin-jouxte-Boulleng . . . . . | 3 432 | *Compagnie force motrice.* | » | » | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 550 v. | 2 fils, 550 v. | » | |
| Saint-Aubin-le-Cauf. . . | 632 | *Lamazière*. . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. Triph. 5000 v. 50 p:s. | 110 v. | » | Alimente Saint-Nicolas d'Aliermont. |
| Torqueville . . . . . | » | *Deparis*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 150 v. | 3 fils, 2.150 v. | » | Alimente Envermeu. |
| Bacqueville. . . . . | 2 033 | *Dufour* . . . . . | » | — | Mot. à pétrole. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Monville . . . . . | 2 790 | *Chalufour et Cie*. . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. Accum. Tudor. | » | |
| Onville-la-Rivière . . | 606 | *Stehelin*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Graville-Ste-Honorine | 12 012 | *Joubert* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triphasés. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Bléville, Sainte-Adresse, Sanvic. |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abbeville. . . . . | 17 781 | *Compagnie du gaz.* . . . | Fév. 1890. | Particuliers. | Vapeur. | 50 | F. Henrion. . . . . | A. | Cont. 220 v. | Accum. Tudor. 2 fils. | 25 | |
| Amiens . . . . . | 90 920 | *Compagnie gén. d'élect.* . | Déc. 1899. | Public et part. | Brown Parsons. 4 vap. Carels. Frikart. | 3700 | Belfort, Postel, Alioth, Brown-Boveri. . . | A.S. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. Accumulateurs. | 20 | 0,69 fr le kw-h (écl.). 0,40 fr le kw-h (moteurs). 0,35 fr le kw-h (ville). |
| Péronne . . . . . | 4 816 | *Compagnie du Gaz.* . . . | 1898. | Public et part. | à gaz. | 80 | Soc. Als. Belfort . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Long. . . . . | 1 122 | *Municipalité.* . . . . . | 1903. | Public et part. | 2 turb. Teisset et Chapon. | 70 | 3 Creil-Schuckert. . | » | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Airaines . . . . . | 1 889 | *Société électrique du Nord.* | » | — | Hydraulique, Usine de Blangy (Seine-Inférr.). | » | » | A. | Cont, 115 v. | 2 fils, 115 v. | » | |
| Bouttencourt . . . . . | 574 | *Chalufour et Cie.* . . . . | » | — | | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.125 v. | » | |
| **Tarn.** | | | | | | | | | | | | |
| Mazamet. . . . . | 43 712 | *Brien.* . . . . . | 1892. | Particuliers. | Turbine. | 7 | Edison. . . . . | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | » | |
| Dourgne. . . . . | 1 800 | *Municipalité.* . . . . . | Juin 1892. | Public et part. | Turbine. | 45 | 2 Gramme. . . . . | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | Néant. | 25-35 fr l.-an 10-16 b. |
| Sorèze. . . . . | 2 049 | *Boudeau.* . . . . . | 1893. | Public et part. | Turbine. | 45 | Alt. Labour, 110 v. | A. | Alt. 5000 v. | Transf. Labour. | » | |
| Durfort. . . . . | 369 | *Boudeau.* . . . . . | 1893. | Public et part. | Hydraulique. | 500 | » | » | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 130 v. | » | Alimente Les Cammazes, Saint-Amancet, Sorèze. |
| Briatexte. . . . . | 1 326 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Roquecourbe. . . . . | 1 633 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Amans-Valtoret. . | 1 676 | *Martinel* . . . . . | 1899. | Particuliers. | Tb. Schabaver. | 150 | Alt. Grammont. . . | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Usine de Banquet. |
| Saint-Sulpice . . . . . | 2 454 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Labruguière. . . . . | 3 255 | *Municipalité.* . . . . . | 1901. | » | — | » | » | » | Triph. 3500 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | |
| Lavaur . . . . . | 6 382 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | — | » | Westinghouse . . . | » | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Ambres . . . . . | 910 | *Bongrain* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 500 v. | » | Alimente Graulhet. |
| Arthez . . . . . | 1 120 | *Compagnie d'énergie électrique.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Albi, Graulhet. |
| Banquet. . . . . | 108 | *Veuve Martinel* . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Albine, Labastide-Rouairoux, Lacabarède, Saint-Amans. |
| Lagascarié . . . . . | 11 | *Armengaud* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 3000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Semalens, Soual. |
| Marssac. . . . . | 610 | *Compagnie d'énergie électrique.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | En parallèle avec l'usine d'Arthez. |
| Saint-Martin-Laguépie . | 882 | *Dumas et Dirit* . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Cordes. |
| Saint-Paul-Damiatte . . | 150 | *Thadée et Cie.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | Alimente Damiatte. |
| Brassac. . . . . | 1 997 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 140 v. | 2 fils, 140 v. | » | |
| Lisle-sur-Tarn. . . . . | 3 885 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Saint-Juéry . . . . . | 2 748 | *Espinasse.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 225 v. | 2 fils, 225 v. | » | |
| Saint-Paul-Cap-de-Joux . | 1 055 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 230 v. | 3 fils, 2.230 v. | » | |
| **Tarn-et-Garonne.** | | | | | | | | | | | | |
| Montauban. . . . . | 29 470 | *Société Montalbanaise d'électricité* . . . . . | Nov. 1899. | Public et part. | 4 turb. de 200. 2 vap. Carels de 250. | 800 | Alt. triph. Ganz. . . Alt. triph. Alioth. . | A. | Triph. 4000 v et 10 000 v. 48 p:s. | Transf. 120 v. | 25 | Usines de la Garde et des Albarèdes. 0,80 fr le kw-h. |
| Caussade, Sept-Fonds . . | 4 051 | | | | | | | | | | | |
| Montbeton. . . . . | 2 190 834 | *F. Vournier.* . . . . . | Sept. 1896. | Public et part. | Usines de Montauban. | 80 | Alternat. triphasés . | A. | Alt. 10 000 v. 48 p:s. | Transf. à 120 v. | Néant. | Alimentées par Montauban. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Moissac | 8 769 | *Soc. l'Éclairage électrique.* | Mai 1900. | Public et part. | 1turb. de 120. 1 de 90. | 210 | 2 Labour. | A. | Continus 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | Compteur avec minimum et à forfait. |
| Grisolles | 2 050 | *Bosquet frères.* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | |
| Laguépie | 1 208 | *Alaux, Marc et Cie.* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2 . 220 v. | » | |
| Négrepelisse | 2 396 | *Veuve Baron* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 230 v. | 2 fils, 230 v. | » | |
| Saint-Antonin | 4 033 | *Dumas* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| **Var.** | | | | | | | | | | | | |
| | | *Compagnie du gaz.* | 1887, 1904. | Public et part. | Sous-stations de transf. | 1050 | Groupes tr. Thomson-Houston | A | Cont. 110 v. Triph. 3250 v 25 p:s. | Accum. Tudor. Convertis. Thomson-Houston. | » | Énergie fournie par l'usine d'Entraygues. Alimente Carqueirane, La Garde, Le Pradet, La Valette. |
| Toulon | 101 172 | | | | Vapeur et gaz. | 900 | Thury-Schneider et Belfort. | A. | Cont. 250 v. | Cont. 3 fils. | » | |
| | | *Arsenal. Écl. du port* | 1903. | Public. Éclair. du port. | 5 vap. Belliss. | 1660 | Alt. Labour. | A. | Triph. 3000 v. | Transf. Labour. | « | |
| Hyères | 9 027 | *Soc. Lyonn. de constr. et de lumière électrique.* | 1883. | Public et part. | Vap. W. et R. | 24 | Brush. | A. | Cont. 800 v. | Arcs et inc. | » | |
| Saint-Tropez | 3 066 | *Municipalité.* | Août 1887. | Public et part. | Vapeur. | 65 | Ganz-Schneider 30 kw | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transform. 100 v. | Néant. | |
| Barjols | 2 413 | *Vaillant fils.* | Avril 1890. | Public et part. | Hydr. et vap. | 65 | Gramme, 50 A | A. | Cont. 250 v. | En dérivation. | Néant. | Forfait. |
| Carcès | 1 755 | *Municipalité.* | Mars 1890. | Public et part. | Turb. Bouvier. | 35 | Brush, Mordey | A. | Alternatifs. | Transformateurs. | Néant. | 18 fr carcel-année. |
| Ollioules et Sanary | 3 966 | *Municipalité.* | » | Public et part. | Vapeur. | 50 | Brush et Labour | A | Cont. 2000 v. | En série. | Néant. | |
| Draguignan | 9 963 | *Guiol et Cie* | 1896. | Public et part. | 1 turb. Brenier de 200. 1 vap. Piguet de 200. | 400 | Oerlikon. Usine de Trans. | A.S. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | 30 | |
| Le Muy | 2 398 | *Société de la Nartuby* | Sept. 1895. | Public et part. | 1 turbine. | 60 | Alt. Brown-Boveri. | A. | Tr. 10 000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente Cogolin, Grimaud, Saint-Raphaël, Saint-Tropez. |
| Carcès | 1 755 | *Municipalité.* | 1890. | Public et part. | Hydraulique. | 35 | Brush-Mordey. | » | Alt. 2200 v, 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Cotignac | 2 292 | *Ch. Bertolus.* | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 110 v. | » | |
| Entrecastaux | 1 165 | *Municipalité.* | » | » | — | » | » | A. | Cont. 115 v. | En dérivation. | » | |
| Mont-Ferrat | 406 | *Municipalité.* | » | » | — | » | » | A. | Cont. 140 v. | En dérivation. | » | |
| Trans | 1 092 | *Société électrique du Var.* | » | » | — | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Draguignan, Flayosc, La Motte, Puget. Roquebrune. |
| Pierrefeu | 2 374 | *Municipalité.* | 1903. | Public et part. | 2 vap. de 16. | 32 | 2 Creil-Schuckert. | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Salernes | 2 715 | *Société électrique de l'Argens* | 1904. | — | Vap. et turb. | 250 | Alt. Labour. | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| Montauroux | 1 111 | *Arrigo-Piccinini* | 1903. | — | » | 50 | Alt. Belfort. | A. | Alt. simple 5000 v. 45 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Callian, Fayence, Seillans, Tourettes. |
| La Crau d'Hyères | 3 187 | *Arrigo-Piccinini* | 1903. | — | Usine d'Entraigues. | 30 | » | A. | Alt. simple 2500 v. | Transf. 120 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | Brignoles, Cabasse, Carnoules, Cuers, La Farlède, Flassans, Gonfaron, Méounes, Mons, Ollières, Pignans, Pourcieux, Puget, Pourrières, Rians, La Roquebrussane, St-Maximin, Saint-Zacharie, Solliès, Bandol, Le Beausset, La Cadière, Ollioules, Sanary, Six Fours, Aups, La Crau, Lorgues, Salernes, Les Arcs, Le Canet, Le Luc, Vidauban. |
| ENTRAYGUES-SUR-ARGENS. . | » | *Énergie électrique du Littoral méditerranéen.* . | 1904. | Public et part. | Turbines. | 3000 | 3 alt. Thomson-Houston. . . . . | A. | Tr. 12 000 v. 10 000/3500 v. 25 p : s. | Transf. Thomson-Houston. | » | |
| SAINT-BARTHÉLEMY-DU-VAR. | 824 | *Société locale* . . . . . | 1904. | Public et part. | » | 100 | Alt. Thomson-Houston | A. | Triph. 5000 v. | Transf. Thomson-Houston. | » | |
| AMPUS. . . . . | 882 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | « | |
| BARGEMON. . . . . | 1 656 | *Isnard* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| CORRENS. . . . . | 770 | *Paul* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2 . 120 v. | « | |
| MONTFORT-SUR-ARGENS . . | 918 | *Ripert* . . . . . | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| LE VAL. . . . . | 1 201 | *Municipalité.* . . . . . | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| LA SEYNE . . . . . | 21 000 | *Compagnie du gaz et d'électricité.* . . . . . | » | — | Sous-station. | » | Usine d'Entraigues . | A. | Triph. 2000 v. 25 p : s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Les Sablettes, Saint-Mandrier, Tamaris. |
| **Vaucluse.** | | | | | | | | | | | | |
| L'ISLE-SUR-SORGUE. . . . | 3 839 | *Garde-Roux.* . . . . . | Août 1887. | Particuliers. | Usine de Vaucluse. | 75 | Alt. Belfort. . . . . Alt. Oerlikon. . . | A. | Triph 3600 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. | 42,5 | 1 fr le kw-h. |
| PERTUIS. . . . . | 4 144 | *Cie Lyonnaise d'électricité.* | Févr. 1888. | Public et part. | Hydr. et vap. | 60 90 150 | 2 Parent. . . . | A. | Cont. 140 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 140 v. | Néant. | 72 fr l.-an 16 b. |
| VAUCLUSE. . . . . | 702 | *Garde-Roux.* . . . . . | Sept. 1888. | Public et part. | Turb. Hercule. | 200 | Alt. Oerlikon. . . . 2 Gramme . . . . . | A. | Triph. 3600 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | Néant. | Alimente Pernes, l'Isle-Sorgue. |
| VALRÉAS. . . . . | 5 427 | *Lombard-Gérin et Cie* . . | Déc. 1888. | Public et part. | Turbine. | 50 | Ganz-Schneider . . . | A. | Alt. 2000 v. 42 p : s. | Transf. 110 v. | Néant. | Usine de Béconne (Drôme). |
| VISAN. . . . . | 2 793 | *Tortel et Roudet.* . . . . | 1890. | Public et part. | Turbine. | 50 | Ganz-Schneider . . . | A. | Alt. 2000 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. | Néant. | Alimente Richereuses, Vaison. |
| AVIGNON. . . . . | 45 197 | *Sud Électrique.* . . . . . | Janv. 1891. | Particuliers. | Sous-station Vap. Weyher. | 400 | Convertisseurs de triphasé en continu . | A.S. | Cont. 110 v. | 3 fils. Transf. continus | 27,5 | Compteur 0,75 fr le kw-h. |
| MALAUCÈNE. . . . . | 2 245 | *Imbert* . . . . . | 1888. | Public et part. | Turb. Bouvier. | 20 | Grammont . . . . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | |
| MONTEUX. . . . . | 3 847 | *Auphan.* . . . . . | 1891. | Public et part. | Turb. Bouvier. | 21 | Granz-Schneider . . | A. | Alt. 2000 v. 42 p : s. | Transform. 105 v. | Néant. | |
| MONTFAVET. . . . . | » | *Joseph Pernod.* . . . . . | Janv. 1896. | Public et part. | Hydr. 20 chev. Vap. Piguet 20. | 40 | 1 Brown-Boveri. . . 1 Siemens . . . . | A. | Cont. 120 v. | En dérivation avec accumulat. | Néant. | 50 fr lampe-an de 16 b. |
| COURTHÉZON . . . . . | 3 105 | *Municipalité.* . . . . . | Sept. 1895. | Public et part. | 2 turb. Brault. | 40 | L. Court et Cie de 18 . | A. | Cont. 175 v. | 3 fils, 2 . 175 v. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| SARRIANS . . . . . | 965 | *Verdet* . . . . . | Sept. 1897. | Public et part. | Gaz pauvre. | 15 | L. Court et Cie de 10 . | A. | Continus | 3 fils. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| MAZAN . . . . . | 2 268 | *M. Ripert.* . . . . . | Nov. 1897 | Public et part. | Hydr. 10, vap. 10 | 20 | L. Court et Cie de 10 . | A. | Cont. 150 v. | En dérivation. | Néant. | 1 fr le kw-h. |
| LE THOR . . . . . | 1 168 | *Municipalité.* . . . . . | 1900. | Public et part. | Turbine. | 25 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2 . 110 v. | Neant. | |
| LAURIS . . . . . | 1 404 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| CAVAILLON. . . . . | 9 405 | *Sud Électrique.* . . . . . | » | » | — | 120 | 3 Grammont . . . . | A. | Triph. 2400 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | » | |
| CADENET. . . . . | 2 522 | *Municipalité.* . . . . . | » | » | — | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| PERNES . . . . . | 3 790 | *Garde-Roux* . . . . . | 1899. | » | Usine de Vaucluse. | » | Usine de Vaucluse. . | A. | Triph. 5600 v. 50 p : s. | Transf. 110 v. | » | L'usine de Vaucluse alimente à la fois Pernes et l'Isle-sur-Sorgue. |
| CADEROUSSE . . . . . | 2 819 | *Sud Électrique* . . . | 1903. | » | » | 50 | Alt. Comp. gén. Nancy | A. | Triph. 2000 v. 50 p : s. | Transf. 120 v. | » | |
| BÉDARRIDES . . . . . | 2 062 | *Soumille* . . . . . | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Camaret | 1 633 | *Soumille* | » | Public et part. | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 120 v. | » | |
| Entraigues-sur-la-Sorgue | 1 905 | *Coste* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 225 v. | 2 fils, 225 v. | » | |
| Gadagne | » | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 240 v | 2 fils, 240 v. | » | |
| Joncquières | 1 988 | *Soumille* | » | — | Hydraulique. Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Sainte-Cécile | 1 647 | *Soumille* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| La Tour-d'Aigues | 2 000 | *Lançon* | » | — | — | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Védène | 1 679 | *Municipalité* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Villelaure | 1 177 | *Municipalité* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 2400 v. 50 p:s. | Transf. 115 v. | » | |
| **Vendée.** | | | | | | | | | | | | |
| Pouzauges | 3 407 | *De Monti de Rézé* | Oct. 1887. | Public et part. | Vap. Weyher. | 35 | Edison | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | Forfait. |
| Challans | 2 039 | *Basteau* | 1900. | Public et part. | Vap. Weyher. | 50 | 1 Alioth | A. | Cont. 125 v. | 2 fils, 125 v. | » | 1 fr le kw-h. |
| Chantonnay | 1 939 | *Trésec-Soupey* | 1900 | » | Vap. Weyher. | 50 | 1 Alioth | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| Les Essarts | 3 475 | *Monti de Rèze* | 1900. | Public et part. | Vap. Albaret. | 35 | 1 Alioth, 125 volts | A. | Cont. 125 v. | En dériv. 125 v. Acc. Tudor. 120 v. | » | |
| Noirmoutiers | 6 255 | *Aubry* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 220 v. | » | Alimente Bois-de-la-Chaize. |
| Sainte-Hermine | 1 900 | *Liband* | » | — | Hydraulique. | » | » | A | Continus. | 2 fils, 120 v. | » | |
| **Vienne.** | | | | | | | | | | | | |
| Poitiers | 30 572 | *Compagnie d'électricité* | 1891. | Particuliers. | Vap. et hydr. | 800 | de Ferranti et Brown-Boveri | A. | Alt. 2400 v. 50 p:s. | Transf. Labour et Brown-Boveri. | 27 | Forfait et compteur. |
| L'Isle-Jourdain | 1 145 | *Genand* | Févr. 1892. | Public et part. | Turbine. | 60 | 2 Gramme | A. | Cont. 140 v. | 2 fils. | Néant. | 30 fr lampe-an 16 b. |
| St-Savin-sur-Gartempe | 1 625 | *Doux* | 1893. | Public et part. | Roue hydraul. | 30 | » | » | Cont. 120 v. | 2 fils. | » | |
| Couhé-Vérac | 1 835 | *Municipalité* | 1894. | Public et part. | Turb. et vap. | 10 et 25 | 2 Gramme, 8 kw | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 120 v. | » | |
| Chauvigny | 2 349 | *Société d'électricité* | » | — | » | » | » | » | Cont. 240 v. | 3 fils, 2·240 v. | » | |
| Civray | 2 558 | *Compagnie électrique Parisienne* | » | — | Vapeur. | 35 | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 135 v. | 2 fils, 135 v. | » | |
| Lusignan | 2 139 | *Métayer* | 1897. | Public et part. | Tub. Hercule. | 30 | 1 Fives-Lille, 3 fils | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2·110 v. | Néant. | 36 fr lampe-an 16 b. |
| Mirebeau | » | *Municipalité* | 1901. | » | Vapeur. | 60 | 2 Fives-Lille | A. | Cont. 120 v. | 2 fils, 2·120 v. | » | |
| Bonneuil-Matours | 1 300 | *Guignard* | 1903. | Particuliers. | Hydraulique. | » | Amelin et Renaud. | A. | Cont. 220 v. et 110 v. | Cont. 2.220 v. Cont. 2·110 v. | » | |
| Verrières | 1 044 | *Piorry* | » | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 520 v. | 2 fils, 520 v. | » | Alimente Lhommaizé. |
| Gençay | 1 157 | *Municipalité* | » | — | — | » | » | A. | Cont. 145 v. | 2 fils, 145 v. | » | |
| Neuville-de-Poitou | 3 142 | *Miot et Sirguez* | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2·110 v. | « | |
| Les Ormes-sur-Vienne | 1 260 | *Société électr. des Ormes.* | » | — | Pétrole. | » | » | A. | Cont. 150 v. | Accum. Tudor. 2 fils, 150 v. | » | |
| La Roche-Posay | 1 274 | *Saulnier* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |
| Les Trois-Moutiers | 1 238 | *Municipalité* | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Le Vigeant | 2 020 | *Genaud-Delage* | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Vouneuil-sur-Vienne | 1 540 | *Etesse* | » | — | — | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vienne (Haute-).** | | | | | | | | | | | | |
| LIMOGES. . . . . | 77 705 | *Compagnie centr. d'électr.* | 1898. | Public et part. | Turb. et vap. | 2100<br>1000 | Alt. Labour et Belfort.<br>2 gr. conver. Labour. | S. | Tr. 20 000 v.<br>3000 v. 50 p:s.<br>Cont. 550 v. | Transf. 120 v. | 29 | Usine du Saillant (Corrèze) à 75 km de Limoges. |
| SAINT-LÉONARD . . . . . | 5 650 | *Municipalité*. . . . . | Nov. 1894. | Public et part. | Turbine. | 45 | Thomson-Houston. . | A | Alt. 2200 v.<br>50 p: s. | Transf. 120 v.<br>Comp. gén. Nancy | Néant. | |
| CHÂTEAU-PONSAC. . . . . | 4 025 | *Compagnie électrique de Ponsac* . . . . . | 1899. | Public et part. | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v.<br>50 p: s. | Transf. 115 v. | » | Alimente Magnac-Laval, Rançon, Villefavard. |
| MAGNAC-LAVAL . . . . . | 4 019 | *Société d'éclairage électrique*. . . . . | » | Public et part. | Turbine. | 60 | Alt. Labour . . . . | A. | Altern. triph. 2000 v. | Transf. Labour | » | |
| RANCON . . . . . | 1 882 | | | | | | | | | | | |
| ROCHECHOUART . . . . . | 4 500 | *Pautier frères*. . . . . | » | » | Hydraulique. | » | Usine de Pilas . . . | » | Triph. 8000 v.<br>50 p: s. | Transf. 120 v. | » | |
| SAINT-SULPICE-LAURIÈRE . | 1 631 | *Mazeaud*. . . . . | 1903. | Public et part. | Turbine. | 50 | Alt. Labour. . . . . | A. | Triph. 3000 v.<br>50 p: s. | Transf. 120 v. | » | |
| BESSINES . . . . . | 2 690 | *Duchemin*. . . . . | 1903. | Particuliers. | Turbine. | 150 | Alt. Labour. . . . . | A. | Triph. 2400 v.<br>50 p: s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Bersac, Fromental, Morterolles. |
| | | *Société coopérative*. . . . | » | Public et part. | » | » | » | A. | Cont. 440 v. | 2 fils, 440 v. | » | |
| AIXE-SUR-VIENNE . . . . | 3 615 | *Duchemin et C^ie^*. . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v.<br>50 p: s. | Tr. 460 et 120 v. | » | Alimente Saint-Junien. |
| LE DORAT . . . . . | 2 761 | *Société électrique de la Gartempe*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 5000 v.<br>50 p: s. | Transf. 120 v. | » | |
| PEYRAT-LE-CHÂTEAU . . . | 2 534 | *Municipalité*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| PIERRE-BUFFIÈRE . . . . | 955 | *Dirit* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| SAINT-VICTURIEN . . . . | 1 456 | *Delhoume*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| **Vosges.** | | | | | | | | | | | | |
| BRUYÈRES.. . . . . | 4 222 | *Dasey*. . . . . | 1887. | Public et part. | Hydraulique | 30 | Breguet, 80 A. . . . | A. | Cont. 150 v. | Accum. Tudor.<br>En dérivation. | » | |
| VAL-D'AJOL. . . . . | 7 330 | *Durand frères*. . . . . | Avril 1892. | Public et part. | Turbine.<br>Gaz pauvre. | 50 | Sautter-Harlé. . . . | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| ÉPINAL.. . . . . | 26 525 | *Soc. des usines à gaz du Nord et de l'Est*. . . . | Avril 1892. | Particuliers. | Vapeur Farcot. | 200 | Thomson-Houston. . | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2·120 v.<br>Accum. Tudor. | 33 | |
| CONTRÉXEVILLE. . . . . | 854 | *Société Force et Lumière électriques*. . . . . | 1899. | Public et part. | Vapeur. | 310 | 9 Gramme de 16 kw.<br>1 Belfort. . . . . | A.S. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2·120 v.<br>Accum. Tudor. | » | |
| THAON-LES-VOSGES. . . . | 3 851 | *Municipalité*. . . . . | 1901. | Public et part. | Vapeur. | 100 | Soc. Als. Belfort . . | A. | Cont. 150 v. | 3 fils.<br>Accum. Tudor. | » | |
| CHARMES. . . . . | 3 640 | *Dasey*. . . . . | » | — | » | » | » | » | Cont. 225 v. | 2 fils, 220 v.<br>Accum. Tudor. | » | |
| SENONES. . . . . | 3 421 | *Larue*. . . . . | 1901. | — | Vapeur. | 40 | Alt. Grammont. . . | A. | Triph. 50p :s.<br>Cont. 125 v. | Tr. Grammont.<br>3 fils, 2·125 v. | » | Alimente Moyenmoutiers. |
| LE THILLOT . . . . . | 3 200 | *Stouvenot*. . . . . | » | — | — | » | » | » | Cont. 120 v. | 3 fils, 2·120 v.<br>Accumulateurs. | » | |
| VENTRON . . . . . | 1 469 | | | | | | | | | | | |
| BUSSANG. . . . . | 2 067 | *Chaudiron et C^ie^*. . . . . | 1904. | — | 1 turb. Neyret-Brenier. | 114 | 1 Grammont 80 kw.<br>220 v. survolteur à 5000 volts . . . . | » | Triph. 5000 v.<br>50 p: s. | Transf. 110 v. | » | Usine de Pont-du-Gouffre |
| SAINT-MAURICE . . . . . | 2 790 | | | | | | | | | | | |
| CORMINONT. . . . . | 5 268 | *Stouvenot* . . . . . | 1904. | Public et part. | » | 50 | Alt. Labour. . . . . | A. | Alt. 3000 v.<br>50 p: s. | Transf. Labour. | » | |
| SAINT-DIÉ . . . . . | 21 481 | *Fabius, Henrion et C^ie^*. . | » | — | Vapeur | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2·110 v. | » | |
| LA BRESSE. . . . . | 4 787 | *Municipalité*. . . . . | 1905. | — | Hydraulique. | 150 | Alt. Belfort. . . . . | A. | Triph. 5000 v.<br>50 p: s. | Transf. 190-110 v. | » | |
| ATTIGNY. . . . . | 518 | *Tinchant, Briot*. . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2000 v.<br>50 p: s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Darney. |
| CLAUDON. . . . . | 745 | *Tinchant, Briot* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Alt. 2000 v.<br>50 p: s. | Transf. 110 v. | » | En parallèle avec l'usine d'Attigny. |



Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Charménil. . . . . | 75 | *Stouvenot*. . . . . | » | Public et part. | Hydraulique. Gaz pauvre. | » | » | A. | Alt. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Cornimont. |
| Maxey-sur-Meuse . . . . | 375 | *Société lorraine d'éclairage électrique*. . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 2000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Domremy, Greux. |
| Plainfaing . . . . . | 5 422 | *Pernot* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Triph. 4000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Fraize. |
| Pont-du-Gouffre. . . . | » | *Société électrique du Pont-de-Gouffre*. . . . . | » | — | Hydraulique et vap. secours. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. 120 v. | » | Alimente Bussang, Le Daval, Ferdrupt, Fresse, Letraye, Le Ménil, Pont-Jean, Ramonchamp, Remiremont, Rupt, Saint-Maurice, La Taye, Le Thillot, Ventron. |
| Arches . . . . . | 1 472 | *Municipalité*. . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 115 v | 2 fils, 115 v. | » | |
| Attignéville . . . . . | 449 | *Radet*. . . . . | » | — | Hydr. et vap. | » | » | A. | Cont. 115 v. | 3 fils, 2.115 v. | » | |
| Ban-de-Laveline . . . . | 2 000 | *Société locale* . . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 140 v. | 2 fils, 140 v. | » | |
| Bruyères-en-Vosges. . . | 3 550 | *Dazey et Cie*. . . . . | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 130 v. | 3 fils, 2.130 v. | » | |
| Coussey. . . . . | 602 | *Detieux*. . . . . | » | — | Hydraulique. | » | » | A. | Cont. 150 v. | 2 fils, 150 v. | » | |
| Dompaire-la-Viéville . . | 1 059 | *Pierrot* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Monthureux-sur-Saône . | 1 364 | *Société lorraine d'éclairage électrique* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 110 v. | 3 fils, 2.110 v. | » | |
| Plombières-les-Bains . . | 1 830 | *Société anonyme de fusion des gaz*. . . . . | » | — | Gaz pauvre. | » | » | A. | Cont. 120 v. | 3 fils, 2.120 v. | » | |
| Moyenmoutiers. . . . | 4 700 | *Société générale Senonaise*. | » | — | Hydraulique. | » | Usine de Senones. . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. Accum. Tudor. | » | |
| Uzemain-la-Rue . . . . | 1 347 | *Dugravot* . . . . . | » | — | — | » | » | A. | Cont. 220 v. | 2 fils, 220 v. | » | |
| Vittel . . . . . | 1 713 | *Comp. générale de Nancy*. | » | — | Vapeur. | » | » | A. | Cont. 240 v. | 2 fils, 240 v. | » | |
| Saulxures-sur-Moselotte. | 3 507 | *Municipalité*. . . . . | 1906. | — | Hydraulique. | » | » | A. | Triph. 5000 v. 45 p:s. | Transf. 115 v. | » | |
| **Yonne.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Fargeau.. . . . . | 2 579 | *M. Luneau* . . . . . | Févr. 1888. | Public et part. | Turbine Girard vapeur. | 10 15 | 1 Gramme, 225 A. . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | Néant. | 0,05 carcel-heure. |
| Sens. . . . . | 13 513 | *Pesloux et Druineau* . . . | Août 1889. | Particuliers. | Vap. Corliss. | 350 | de Ferranti et Patin. | A. | Alt. 2400 v. 80 p:s. | Transf. 100 v. | 30 | 3,60 fr lampe-mois 16 b. Écl. et force motrice. |
| Auxerre.. . . . . | 18 570 | *Compagnie du Gaz*. . . . | Juill. 1891. | Particuliers. | Vap. 2 à gaz. | 600 | Alternateurs Alioth . | A. | Alt. 3000 v. 50 p:s. | Transf. Alioth. 100 v. | » | 4 ans, compteur et à forfait, 0,80 le kw-h. |
| Chablis . . . . . | 2 353 | *Société d'éclairage de Chablis*. . . . . | Juin 1895. | Public et part. | Vapeur. | 40 | Postel-Vinay . . . . | A. | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | 24 | Pol. de 10 ans. 1 fr le kw-h. |
| Toucy. . . . . | 3 300 | *Société anonyme*. . . . . | Oct. 1895. | — | 2 vap. Willans. | 140 | Altern. O. Patin. . | A. | Alt. 2400 v. 80 p:s. | Transf. à 100 v. | Néant. | |
| Saint-Florentin . . . . | 2 383 | *Société locale* . . . . . | » | » | Vapeur. | 70 | » | A. | Cont. 200 v. | 3 fils, 2.200 v. | » | |
| Vermanton. . . . . | 2 145 | *Beaufumé-Champeau*. . . | » | » | Vapeur. | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |
| Héry. . . . . | 1 142 | *Delamarre*. . . . . | » | » | Hydraulique. | » | » | A. | Alt. 2400 v. 86 p:s. | Transf. 110 v. | » | Alimente Seignelay. |
| Ligny-le-Châtel . . . . | 1 182 | *Boivin* . . . . . | » | » | Hydr. et pétrole | » | » | » | Cont. 110 v. | 2 fils, 110 v. | » | |

Digitized by Google

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **COLONIES** | | | | | | | | | | | |
| **Algérie.** | | | | | | | | | | | |
| Miliana | 9 000 | *Usine municipale* | Déc. 1888. | Public et part. | Hydraulique. | 160 | 2 Manchester, 200 v. | A. | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | Publ. 30 fr l.-an 16 b. Part. 25 fr l.-an 16 b. |
| Orléansville | 12 210 | *Gastambide* | Août 1890. | Public et part. | V. Weyher-Rich. 50 / Turb. G. D. V. 85 (135) | | Gramme-Breguet. / Desroziers | A. / A. | Continus. / Continus. | 5 fils. / Accum. L. Cély. | Néant | |
| Guelma | 7 288 | *Société Franco-algérienne* | Juillet 1892. | Public et part. | Vapeur. | 40 | Mondos | A. | Continus. | 3 fils. | Néant. | Écl. 2,5-4 fr l.-mois 10-16 b. |
| Perrégaux | 8 634 | *Puymège* | 1894. | Public et part. | Turb. Soix. | 60 | Patin, 40 kw | A. | Alt. 2000 v. | Tr. Patin, 110 v. | Néant. | F. motr. 200 fr cheval-an. Éclairage et élév. d'eau. |
| Mascara | 22 303 | *Société locale* | » | Public et part. | Hydraulique. | 200 | Oerlikon | A 50 k | Cour. triph. | Transformateurs. | Néant. | 60 fr carcel-année. |
| Tlemcen | 34 860 | *Gastambide et Rouzet* | 1895. | Public et part. | Hydraulique. | 2 de 90 | 2 Patin, 75 kw | A. | Alt. 2400 v. | Transformateurs. | Néant. | |
| Bougie | 14 299 | *Daloz* | » | Public et part. | Vap. Boulet. | 100 | Breguet-Desroziers | A. | Cont. 110 v. | 3 fils. | Néant. | |
| Oran | 85 081 | *Compagnie centr. du gaz E. Lebon et Cie* | 1903. | Particuliers. | 4 à gaz. | 200 | Brown et Labour | A. | Cont. 440 v. | 3 fils, 2.220 v. Accum. Tudor. | 30 | Compteur 1,5 fr le kw-h. |
| Batna | 26 680 | *Galloz et Viette* | Janv. 1895. | Public et part. | Vap. turb. Laval. | 2 de 50. | Breguet-Manchester | » | Cont. 110 v. | En dérivation. | Néant. | Compteur 1,50 fr le kw-h. |
| Médéah | 16 235 | *Sestier* | 1900. | Public et part. | Vap. Weyher. Gaz pauvre. | 200 | 3 Alioth | A. | Cont. 220 v. | 3 fils, 2.220 v. Accum. Tudor. | » | |
| Alger | 96 784 | | | | | | | | | | | |
| El-Biar | » | *Compagnie centr. du gaz E. Lebon et Cie* | 1898. | Public et part. | Vapeur. | 2000 | Altern. Labour / Alt. Brown-Boveri. | S. | Alt. simple et triph. 3000 v. 50 p:s. | Alt. 3000 v. Transf. Labour. | 25 | Compteur 1,5 fr le kw-h. L'ancienne usine d'El-Biar a été supprimée. |
| Saint-Eugène | » | | | | | | | | | | | |
| Mustapha | 32 816 | | | | | | | | | | | |
| Sétif | 16 061 | *Galloz et Viette* | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Biskra | 8 417 | *Burgart* | » | » | » | » | » | » | » | Accum. Tudor. | » | |
| Tiaret | 10 000 | *Société d'éclairage et de force* | 1904. | Public et part. | Turbines. | 250 | Alt. Labour | A. | Triph. 5000 v. 50 p:s. | Transf. Labour. | » | |
| **Cambodge.** | | | | | | | | | | | | |
| Pnom-penh | 32 000 | » | » | » | » | 600 | 2 Alioth diph. de 200. / 2 Alioth diph. de 100. | A. | Altern. diph. 4000 v. | Transf. Alioth. | » | |
| **Guyane française.** | | | | | | | | | | | | |
| Cayenne | 8 500 | » | 1904. | Public et part. | 3 vap. de 300. | 900 | 2 Creil-Schuckert | A. | Cont. 125 v. | 3 fils, 2.125 v. | « | |
| **La Réunion.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Denis | 32 855 | *Société locale* | 1896. | Public et part. | 2 Willans. | 60 | 2 Postel-Vinay 20 kw. | A. | Continus. | En dériv. 110 v. | Néant. | 6 fr lampe-an de 16 b. |
| **La Martinique.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Pierre | » | » | 1900. | Public et part. | Turbines. | 200 | 2 alt. triph. Alioth. | A. | Alt. 3000 v. | 3 fils. | » | Ville et station détruites en 1901. |
| Fort-de-France | 16 056 | *Porry et Cie* | 1896. | — | Turbines. | 70 | Gramme | A. | Cont. 240 v. | Transf. Alioth. | Néant. | 1 fr le kw-h. |

Digitized by Google

| DÉPARTEMENTS ET VILLES. | POPULATION. | CONCESSIONNAIRES OU EXPLOITANTS. | ANNÉES. | NATURE DE L'ÉCLAIRAGE. | MOTEURS. | PUISSANCE EN CHEVAUX. | SYSTÈME DES DYNAMOS. | NATURE DE LA CANALISATION. | NATURE DES COURANTS. | DISTRIBUTION. | PRIX DU GAZ EN VILLE EN CENTIMES PAR M³. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sénégal.** | | | | | | | | | | | | |
| Saint-Louis. . . . . | 25 000 | *Vaubourg*. . . . . | 1889. | Public et part. | Vapeur | 117 | Gramme. . . . . | A. | Continus. | En dérivation. | Néant. | |
| **Tahiti.** | | | | | | | | | | | | |
| Papeete. . . . . | 4 280 | *Badot et Paquier* . . . . | 1895. | Public et part. | Turb. Hercule. | 80 | 2 Lavo. . . . . | A. | Continus. | 3 fils. | » | 8 lampes à arc pour éclairage public.<br>500 lampes incandescence pour les particuliers. |
| **Tonkin.** | | | | | | | | | | | | |
| Haïphong et Hanoï . . . | 18 000<br>100 000 | *Hermenier et Planté*. . . | 1899.<br>1901.<br>1902. | » | 2 vap. Farcot 450.<br>1 Farcot 300. | 1200 | 4 Farcot de 150 kw.<br>2 Farcot de 125 kw.<br>4 Farcot de 60 kw . | » | » | Accum. Tudor. | » | |
| Tien-Tsin . . . . . | » | *Société locale* . . . . . | 1902. | Public et part. | Vap. Labordière | 450 | Cont. Labour. . . . | A. | Cont. 440 v. | 3 fils, 2.220 v. | » | |
| Saïgon . . . . . | » | *Société d'électricité de Saïgon*. . . . . | 1903. | Public et part. | 3 vap. Farcot 350. | 700 | 4 Farcot 125 kw. . | A. | Cont. 600 v. | 3 fils, 2 · 300 v.<br>Accum. Tudor. 2 · 150 v. | » | |
| **Tunisie.** | | | | | | | | | | | | |
| Tunis. . . . . | 135 000 | *Compagnie du Gaz*. . . . | 1901. | Public et part. | A gaz. | 400 | Soc. Als. Belfort . . | A. | Continus. | 3 fils.<br>Accum. Tudor. | » | |

**Nota.** — *Les stations centrales figurent toujours dans la première colonne de nos tableaux, les villes qui leur sont reliées se trouvent en partie dans cette colonne et dans celle de droite « observations ». Pour savoir si une ville possède une distribution d'énergie on devra donc la chercher dans la première colonne au département correspondant, puis à celle de droite marquée « observations », l'accolade indiquera à quel réseau elle est reliée.*

Nous prions nos lecteurs et nos collaborateurs de nous signaler les additions ou rectifications en vue de la préparation d'une nouvelle édition.

L'Editeur-Gérant : A. LAHURE.

62 762. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 404. 25 Octobre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Statistique des stations centrales. — L'Incendie de l'Hôtel des Téléphones de Paris. — Statistique des télégraphes et téléphones en Russie. — Les télégraphes et téléphones en Amérique. — Les dangers de l'électricité développée par frottement sur les courroies de transmission. — Dégâts causés par la foudre. — Utilisation rationnelle du charbon. — Vernis isolant pour les fils conducteurs. — L'industrie électrique en Italie. — Nouveaux accéléromètres. — Un nouveau don à l'Institut électrotechnique de Grenoble . . . . . 501

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Laigle, Lourdes, Mézières, Montluçon, Montpellier, Montrevel, Orléans. . . 504

DISPOSITIF DE PROTECTION EN CAS DE RUPTURE DES CONDUCTEURS AÉRIENS. **M. Daguerre** . . . . . 505

DISPOSITIF PERMETTANT DE RÉDUIRE LA VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES. **A. Soulier** . . . . . 511

ACTION SUR LA VUE DE LA LUMIÈRE ÉMISE PAR LA LAMPE A ARC ET LA LAMPE A FILAMENT MÉTALLIQUE. **A. B.** . . . . . 512

GROUPE ÉLECTROGÈNE DIMORPHIQUE POUR CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUE. **L. C.** . . . . . 512

ESSAIS D'UN ALTERNATEUR A FAIBLE TENSION POUR FOURS A CARBURE DE CALCIUM. **G. Davy** . . . . . 516

L'ÉCLAIRAGE PUBLIC PAR LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE. **A. R.** . . 518

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séances des 24 août, 30 août, 7 et 14 septembre 1908* . . . . . 519

*Séance du 21 septembre 1908* : Sur la thermo-électricité du cobalt, par **Pécheux** . . . . . 519

*Séance du 28 septembre 1908* : Sur l'interrupteur de Vehnelt, par **P. Bary** . . . . . 519

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — Récompenses . . . . . 520

BREVETS D'INVENTION . . . . . 524

## INFORMATIONS

**Statistique des stations centrales.** — Pendant que nos lecteurs ont encore sous les yeux la 11e édition de notre statistique des stations centrales, nous nous permettons de leur demander de nous aider à compléter cet important travail en nous signalant tous les changements, erreurs ou omissions qu'il pourrait contenir et qu'ils connaîtraient.

Nous serons heureux d'insérer, dans un prochain numéro, toutes les modifications, additions ou rectifications qui nous seraient ainsi signalées, et en remercions d'avance nos collaborateurs bénévoles. A. S.

**L'Incendie de l'Hôtel des Téléphones de Paris.** — Nos lecteurs ont appris par les journaux quotidiens le très grave incendie qui a détruit, le 20 septembre dernier, l'Hôtel des Téléphones de Paris, couramment dénommé bureau Gutenberg.

On sait également que l'on travaillait à la transformation de ce bureau en vue de généraliser l'emploi de la batterie centrale appelée à améliorer beaucoup la rapidité des communications.

Sans vouloir rechercher les causes possibles de cet accident, rôle qui incombe à la Commission technique nommée à cet effet, on nous permettra d'attirer l'attention sur les chances d'incendie qu'offrent des installations de ce genre où l'on utilise sur les tableaux le courant de dynamos et de batteries d'accumulateurs.

Nous avons décrit, dans notre numéro du 25 décembre 1900, le système à batterie centrale; rappelons que ce procédé supprime l'annonciateur au poste central et le remplace par une petite lampe à incandescence. Or cette lampe, fonctionnant sous une tension réduite, il est vrai, exige que l'on amène sur le tableau les conducteurs reliés à la batterie qui l'alimente; on conçoit, dès lors, que ce ne soit pas une petite affaire que de loger ainsi dans un espace extrêmement réduit les canalisations des lampes de plusieurs milliers d'abonnés. Les court-circuits, on le devine, sont faciles à produire, et leur résultat est d'autant plus désastreux que les batteries qui les entretiennent sont plus puissantes. De grandes précautions doivent être prises, et de telles canalisations et tableaux devraient être traitées avec la même rigueur que les canalisations et appareils d'éclairage et de transmissions d'énergie. Ce que l'État impose par ses règlements à tous les exploitants, il devrait être le premier à en réclamer l'application dans ses services; le fait-il? tout est là!

Les périodiques étrangers critiquent, du reste, sévèrement notre organisation téléphonique qui, malheureusement, n'a cessé de laisser à désirer. *Electrical Review*, de New-York, entre autres, nous conseille, devant l'expérience faite, de confier le réseau téléphonique à une Société privée, laquelle,



Digitized by Google

disposant de capitaux bien plus considérables que ceux que l'État consacre à ses téléphones, pourrait jeter à bas sans hésiter toute l'ancienne installation, y compris les postes d'abonnés, qui se prêtent mal à l'emploi de la vraie batterie centrale, et éditier un réseau nouveau tout à fait moderne répondant aux besoins actuels du commerce et de l'industrie. Y arrivera-t-on? Hélas! il ne faut guère y compter; n'oublions pas que l'on nous pousse, au contraire, à l'étatisme à outrance. Certains ne voudraient voir que l'exploitation par l'État, fermant ainsi notre pays à toute initiative et à tout progrès.

Nous ne nous appesantirons pas davantage sur ce sujet, laissant à chacun le soin de se faire une opinion. Rendons en terminant hommage au zèle déployé, après l'incendie, par le personnel du service téléphonique; grâce à son activité, on a pu déjà relier une bonne partie des lignes « brûlées » à de nouveaux multiples, plus rapidement peut-être qu'on ne l'aurait fait à l'étranger.

**Statistique des télégraphes et téléphones en Russie.** — En 1904, la longueur des lignes télégraphiques en Russie a augmenté de 1916 km; en 1905, de 4207 km; à la fin de 1905, le réseau télégraphique avait 165 176 km de lignes et 452 222 km de conducteurs. Le nombre des bureaux télégraphiques était de 3241 (1 pour 42 000 habitants). Il y avait quatre installations de télégraphie sans fil, d'après les systèmes Popoff et Telefunken. Le réseau télégraphique des chemins de fer comportait 5691 installations, 68 755 km de lignes et 189 172 km de conducteurs. Il y avait en outre 105 bureaux et 794 km de lignes en possession des autorités militaires et de la police; 118 bureaux et 4550 km de lignes appartenant à des particuliers.

On a expédié en 1905, à l'intérieur 19 885 705 télégrammes payants et 2 518 760 gratuits. A l'étranger, 3 076 667 télégrammes payés et 139 139 gratuits, l'augmentation totale sur l'année précédente a été de 4,6 pour 100.

Il y a eu 1 179 489 échanges avec l'Allemagne, 461 551 avec l'Angleterre, 540 724 avec la France, etc.

Le réseau téléphonique est peu développé, surtout comme lignes suburbaines. Les deux plus grands réseaux sont : celui de Saint-Pétersbourg (10 948 postes, 511 km de lignes, 18 550 km de conducteurs, 2 125 000 fr de recettes) et celui de Moscou (10 454 postes, 473 km de lignes, 18 668 km de conducteurs, 3 125 000 fr de recettes), viennent ensuite Varsovie, Riga, Odessa, Bakou; les recettes totales des télégraphes se sont élevées à 100 millions de fr. et celles des téléphones à 8 millions F. L.

**Les télégraphes et les téléphones en Amérique.** — M. W. Preece, qui revient d'un quatrième voyage en Amérique, donne dans l'*Electrician* du 20 mars, les renseignements suivants. De 25 millions en 1877, le nombre des télégrammes annuels a atteint 149 millions, la longueur des fils du réseau a passé de 480 000 à 2 080 000 km. Le réseau télégraphique est beaucoup mieux utilisé que le réseau anglais, par suite de la grande différence d'heure qui existe entre New-York et San-Francisco. Si le facteur de charge du réseau anglais est deux, celui du réseau américain est trois. La plupart des appareils sont du type Wheatstone modifié par Barclay; au poste émetteur on utilise une machine à écrire qui perfore une bande de papier, qui passe ensuite au transmetteur. L'employé n'a donc qu'à écrire à la machine. On peut envoyer 1097 télégrammes en neuf heures avec une vitesse de 100 mots à la minute. 12 de ces lignes partent de New-York, dont 6 aboutissent à Chicago. De New-York partent également 2 lignes pour Boston, à chaque extrémité de chacun des fils peuvent travailler simultanément 4 employés.

Quoique l'on ne s'attende pas à un accroissement des communications télégraphiques, par suite du développement considérable du réseau téléphonique on a augmenté les tarifs télégraphiques de 2 pour 100; cela par suite d'une augmentation importante du nombre d'employés : ceux-ci, au lieu comme anciennement de manipuler 25 télégrammes à l'heure, n'en ont plus que 17.

Le développement du réseau téléphonique est tout à fait étonnant; tandis qu'en 1884, il y avait dans la Confédération 162 787 téléphones et 185 000 km de lignes; il y a aujourd'hui 5,55 millions de téléphones et les lignes ont un développement de 12 millions de km.

Pour 100 habitants, il y a à New-York 8,12 téléphones, à Londres 1,98, à Berlin 4,45, à Paris 2,54, a Chicago 7,44, à Vienne 1,64 et à Philadelphie 7,41. Partout on a introduit des signaux optiques dans les postes centraux. Preece ne considère les appareils automatiques qu'applicables aux petites villes, ils sont d'un prix d'entretien élevé, car le personnel doit avoir des connaissances techniques très étendues. Les erreurs sont en nombre quatre fois plus grand, que dans le cas de postes à personnel. En moyenne il faut 20 secondes pour établir une communication.

Quant à ce qui concerne les taxes, elles ont pour base la conversation de trois minutes. Il y a des câbles téléphoniques sous plomb avec isolation au papier, qui contiennent 600 lignes; des lignes aériennes à 600 fils ne sont pas non plus rares. Entre New-York et Philadelphie (160 km) on a des câbles Pupin.

On emploie beaucoup des appareils transportables avec fiches de contact, particulièrement dans les restaurants, de sorte que l'on peut téléphoner d'une table quelconque. Nous n'en sommes pas encore là en France! F. L.

**Les dangers de l'électricité développée par frottement sur les courroies de transmission** (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, du 26 avril, d'après un journal allemand spécial au chauffage et à la ventilation). — M. le professeur Dr Richter, de Karlsruhe, qui s'est beaucoup occupé de la question, dit que la tension développée est directement proportionnelle à la vitesse de la courroie. Vraisemblablement un grand nombre d'incendies provoqués par l'inflammation de gaz ou de poussières doivent être attribués à l'électrisation des courroies. L'auteur a constaté avec certitude des inflammations de benzine dans des blanchisseries où des essoreuses à grande vitesse étaient actionnées par des courroies disposées à la partie inférieure. Les vapeurs de benzine provenant de l'essoreuse, plus lourdes que l'air viennent en contact avec la courroie et s'enflamment. L'auteur est d'avis qu'un grand nombre d'explosions se produisant dans les distilleries sont dues à l'électricité des courroies.

On a cherché à rendre l'électricité des courroies inoffensive. L'auteur préconise comme moyen efficace, l'imprégnation de la courroie avec de la glycérine, cette dernière doit être non acide (moitié glycérine, moitie eau). On doit en imbiber la courroie au moyen d'une éponge, pendant la marche, au moins une fois par semaine. La glycérine conserve la courroie et, à cause de ses qualités hygroscopiques, la courroie étant humide et bonne conductrice, l'électricité statique ne peut s'y accumuler.

**Dégâts causés par la foudre** (*Electrical World*, 30 mai). — Un rapport présenté à la réunion de Chicago de la *National Light Association*, concernant 200 Sociétés exploitantes dont la puissance totale dépasse trois quarts de million de kw, indique le nombre d'interruptions de service dues à des coups de foudre. En 1906, on a constaté 3,2 interruptions par Compagnie et en 1907, 3,18; en 1906, il y a eu une interruption pour 166 kw installés, et en 1907, pour 186 kw installés. Dans la seconde année, il y a eu moins de transformateurs endommagés que dans le cours de l'année précédente, mais par contre plus d'appareils de mesure. F. L.

Digitized by Google

**Utilisation rationnelle du charbon** (*Revue polytechnique de Genève*, n° 215, 10 mai). — M. Louis Tiersot donne les renseignements suivants sur un produit que l'on peut mélanger au charbon, pour obtenir une utilisation rationnelle de ce dernier, en empêchant particulièrement la distillation des hydrocarbures lorsque le foyer vient d'être fraîchement rechargé.

L' « Épargne de charbon » est un produit naturel, soumis à une préparation spéciale et qui, intimement mélangé à un combustible quel qu'il soit, est susceptible de lui fournir la quantité d'oxygène nécessaire à son entière combustion. Il se présente sous la forme d'une poudre granulée rose, soluble dans l'eau.

Pour traiter une tonne de charbon, on fait dissoudre dans 50 ou 60 litres d'eau, 300 grammes de cette poudre, et avec la solution, on arrose aussi complètement que possible le charbon.

On peut se servir du charbon immédiatement après le mouillage et préparer d'avance la quantité nécessaire pour trois jours.

Le mélange introduit dans le foyer, la combustion se trouve retardée, mais rigoureusement égale en tous les points de la masse; les fumées sont énergiquement brassées dans une atmosphère d'oxygène et brûlent complètement. En un mot aucune partie du combustible n'échappe à la combustion, en dégageant nécessairement l'intégralité des calories qu'il contient. La consommation descend alors de 25 pour 100, et en même temps diminue la quantité des scories mâchefers résultant d'une combustion incomplète. Une fumivorité absolue est réalisée et le travail des chauffeurs est facilité dans une certaine mesure.

L' « Épargne de charbon » permet l'emploi comme combustible de déchets industriels, tannés, pulpes, etc., dont l'usage prendra une grande extension. De même les menus qui brûlent difficilement dans les foyers ordinaires, brûlent avec la plus grande facilité lorsqu'ils sont imbibés de ce produit.

Il est d'une parfaite neutralité. En aucun cas il n'oxyde ni ne corrode le métal des foyers, des chaudières, des tubes, des grilles, etc.

Employé dans les poêles, fourneaux, calorifères, il évite les détériorations et l'encrassage. Il y produit au minimum une économie de 25 pour 100 et permet sans inconvénient l'emploi de charbons inférieurs.

En somme, comme le dit M. Louis Tiersot, il y a économie notable de combustible, réduction du travail des chauffeurs, meilleure conservation des foyers et des grilles avec l'emploi de l' « Épargne de charbon ». F. L.

**Vernis isolant pour fils conducteurs.** — Les matières isolantes jusqu'ici employées pour recouvrir les fils sont le coton et la soie. Le coton présente l'inconvénient d'une grande épaisseur, la soie celui d'un prix élevé : tous deux ne résistent qu'à des températures modérées.

M. R. Apt a représenté à l'Elektrotechnischer Verein, dans une communication que reproduit l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, des fils recouverts d'un nouvel isolant, dits « fils émaillés » fabriqués par l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, qui présentent les caractéristiques suivantes : leur « facteur de remplissage » ou rapport de la section utile du cuivre, à la section du carré circonscrit à l'isolant, est très élevé. Ce facteur, qui est 0,79 pour un fil nu, est 0,75 pour un fil verni de 1,6 mm, alors qu'il n'est que 0,62 pour le même fil recouvert d'une seule couche de coton. Une même bobine de 2500 ampères-tours et de 8000 ohms peut être construite avec 1,800 kg de fil de cuivre verni de 0,18 mm, alors qu'elle nécessite 5,300 kg de fil de 0,22 mm recouvert d'une couche de coton.

L'isolant est suffisamment flexible pour permettre l'enroulement sur un diamètre égal à trois ou quatre fois celui du fil. La résistance d'isolement est de 10 mégohms par kilomètre. Cet isolant supporte une température de 150 degrés centigrades.

L'article est accompagné de courbes des facteurs de remplissage pour les fils de diverses sortes, de courbes des épaisseurs d'isolants en fonction des diamètres du cuivre, de courbes des longueurs par unité de poids; enfin, de figures comparatives montrant les dimensions de bobines équivalentes enroulées de fils diversement isolés. A. Z.

**L'industrie électrique en Italie.** — Le rapport demandé par M. le ministre de l'Agriculture, M. Cocco Ortu, sur les nouvelles installations électriques faites en Italie en 1907, constate que 226 autorisations pour établissement de lignes et de stations électriques ont été accordées, soit 15 de moins qu'en 1906.

Les stations génératrices nouvelles s'élèvent à 88 (58 de moins qu'en 1906) et représentent une énergie totale de 18 500 kw.

De même qu'en 1906, c'est la Lombardie et le Piémont qui ont le plus grand nombre d'autorisations, mais, relativement à 1906, c'est la Vénétie et les Marches d'Ombrie qui ont la majorité.

La plus importante des installations est celle de la Société Idro-Electrica Ligure; la station génératrice, à Isola, dans la province de Parme, fournit 6500 kw. A. Z.

**Nouveaux accéléromètres** (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, n°s 16 et 17 du 18 et 25 avril 1908). — M. Alfred Hess donne la description de deux accéléromètres mécaniques, imaginés depuis quelques années par lui.

Le premier de ces appareils, excessivement simple, est constitué par une masse portée par des roulettes, se déplaçant sur des rails placés dans la direction du mouvement, parallèlement au plan de roulement de la voiture. Cette masse, dont un index se déplaçant devant une échelle est solidaire, est reliée à un ressort spirale disposé dans la direction du mouvement.

L'allongement et respectivement le raccourcissement du ressort, indiqués par l'index se déplaçant devant l'échelle, permettent de déterminer soit l'accélération, soit le ralentissement.

Le second appareil est basé, comme celui de Desdouits, sur l'action de l'accélération sur un pendule, les déplacements angulaires du pendule étant amplifiés au moyen de roues d'engrenage finement dentées.

Sur l'axe d'oscillation du pendule est disposée une roue dentée d'assez grand diamètre, commandant un pignon à l'axe duquel est reliée l'aiguille de l'appareil se déplaçant devant un cadran.

Le rapport de transmission est celui qui donne pour la valeur maximum de l'accélération ou du ralentissement intervenant dans la technique (environ 1,50 m : s pour un freinage énergique) un angle de rotation de l'aiguille de 90°.

Naturellement l'aiguille doit être bien équilibrée; pour amortir les oscillations, des ailettes (également équilibrées) sont disposées sur l'axe de l'aiguille.

Naturellement avec ces appareils, ainsi du reste qu'avec tous les accéléromètres mécaniques, il faut tenir compte des déclivités de la voie. F. L.

**Un nouveau don à l'Institut électrotechnique de Grenoble.** — Nous avons déjà eu l'occasion de signaler le don remarquable de M. le président Brenier, de la Chambre de Commerce de Grenoble, à l'Université de cette ville, pour la constitution d'une sorte de Polytechnikum, dont l'Institut électrotechnique actuel est le noyau.

Une nouvelle et non moins importante libéralité de M. le président Brenier vient d'accroître encore le domaine de cet Institut.

Digitized by Google

Aux 5500 mètres carrés de terrain qu'il a affectés à cet établissement, le 31 mai 1907, il vient de joindre plus de 2000 autres, avec la seule condition de se réserver la jouissance, sa vie durant, d'une partie de ce nouveau terrain sur lequel est édifiée sa demeure, l'autre étant déjà pourvue de bâtiments industriels affectés à l'École de Papeterie annexée à l'Institut.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Laigle (Orne).** — *Éclairage électrique.* — Après avoir entendu lecture d'une lettre de M. Robert Lesage, directeur de la Société franco-belge à laquelle appartient l'usine à gaz de Laigle, et d'un avant-projet d'installation d'électricité émanant de M. Bligny, électricien, à Paris, et après un échange d'observations entre M. le maire et M. Barbé, M. Chabaud et M. Manoury, le Conseil estime qu'il y a là une étude intéressante à faire sur les questions qui lui sont soumises. En conséquence, il en renvoie l'examen à sa commission des finances

**Lourdes.** — *Traction électrique.* — Le Conseil général a compris, dans la création du réseau des tramways départementaux, la construction de la ligne Lourdes-Bagnères-Grip. La rétrocession a été faite à M. Ménebielle, ingénieur.

En second lieu, les conseils municipaux de Bagnères, Campan et de Cieutat ont concédé à M. Médebielle, pour une période de 99 ans, la jouissance absolue de tous les terrains communaux nécessaires :

Pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer de montagne et d'un funiculaire à traction électrique destiné à relier la route thermale n° 2 au sommet du Pic du Midi de Bigorre (2,877 m d'altitude).

Pour la construction d'un barrage sur l'Adour-d'Arise, d'une prise d'eau d'un canal d'amenée couvert ou souterrain, de conduites forcées ; pour l'installation d'hôtels et de leurs dépendances au château de l'Artigue, au col d'Oncet et au sommet du Pic du Midi.

**Mézières.** — *Éclairage électrique.* — Un avis favorable est donné à la question de l'éclairage de la ville par la Société « l'Est Électrique ».

Cette Société présentera un traité dont les clauses seront discutées.

D'autre part, on annonce que l'établissement d'une ligne de tramway électrique entre Warcq et Saint-Julien reçoit avis favorable.

Cette question avait été étudiée par la municipalité de Warcq, et sa délibération transmise à celle de Mézières.

On fait remarquer, à bon droit cependant, que cette dernière commune ne propose aucune subvention, bien que la nouvelle ligne soit en faveur de ses intérêts.

**Montluçon (Allier).** — *Appel aux industriels.* — La Chambre de Commerce de Montluçon informe les industriels qu'à partir de janvier prochain ils trouveront à Montluçon trois sources d'énergie électrique susceptibles de fournir 4500 poncelets, l'une constituée par l'usine à vapeur de l'énergie du Centre, de Montluçon même, l'autre de l'usine hydraulique du barrage de Teillet-Argenty, et enfin la troisième par l'usine hydraulique du barrage de la Sioule, lesquelles sont reliées à la ville par un réseau de canalisations électriques.

La ville de Montluçon, essentiellement industrielle et agricole, située au centre de la France, se trouve favorisée à tous les points de vue pour l'installation de manufactures, d'usines et d'ateliers.

Elle se trouve à la porte des matières premières, minerais et minéraux, forêts domaniales et bois, etc., à cheval sur les charbonnages houillers de l'Allier, de la Creuse, du Puy-de-Dôme et du Cantal.

Elle est desservie par six lignes ferrées se dirigeant dans tous les sens ; par le canal du Berry reliant Montluçon au Cher canalisé, au canal latéral à la Loire, lequel est en communication avec les autres canaux. Le fret de Montluçon, au port de Paris-Austerlitz, varie entre 3,50 fr et 5 fr la tonne.

Le recrutement du personnel ouvrier est facile, les salaires moyens, la vie à bon marché, les terrains modérés.

Les avantages généraux que présente Montluçon sont encourageants pour les industriels qui désireraient s'y établir.

La Chambre de Commerce se tient à la disposition des intéressés pour leur fournir tous les renseignements qu'ils pourraient désirer.

**Montpellier.** — *Élévation électrique des eaux.* — La Compagnie du Sud électrique a soumis la proposition suivante : le matériel nécessaire à l'élévation des eaux coûterait à la ville une somme de 60 000 fr dont l'amortissement s'effectuerait en dix-huit années.

Mais une économie annuelle de 25 000 fr serait réalisée. M. Euzet ajoute que dans le cas où la Compagnie Sud électrique par suite de malheureuses affaires ne pourrait plus tenir ses engagements, la ville gagnerait toujours à cette combinaison quelle que soit la durée de la fourniture de force motrice de la Compagnie.

La ville n'a pas encore fait connaître sa réponse.

**Montrevel (Ain).** — De grands et importants travaux sont en cours en vue de l'aménagement du moulin situé à Brunot, sur la Reyssouze, en usine de production de l'énergie électrique pour l'éclairage public et privé, ainsi que pour la fourniture de la force motrice aux industriels ; les nouvelles turbines à installer ont leurs chambres toutes prêtes, les canalisations aériennes s'exécutent très rapidement.

Nous apprenons qu'outre les communes de Saint-Julien-sur-Reyssouze et Foissiat, des pourparlers sont engagés pour l'éclairage de Saint-Trivier, de Courtes et de Jayat.

L'usine de Brunot sera assez puissante pour fournir l'énergie électrique dans ces diverses localités.

Les grandes minoteries ayant accaparé la clientèle des petits moulins, plusieurs de ces derniers ont été transformés en usine électrique, comme le Moulin-Neuf à Montrevel, le moulin de Brunot à Foissiat, puis en scieries, comme le moulin de Gravière à Foissiat, afin d'utiliser la force motrice hydraulique dont ils permettaient de disposer.

**Orléans.** — *Traction électrique.* — Deux réunions ont eu lieu à Contres et à Saint-Dyé pour l'examen des avantages que pourrait procurer aux communes qui seront traversées par les lignes de tramways données prochainement à l'adjudication l'application de la traction électrique. Les maires des communes intéressées y assistaient, ainsi que les représentants de la Compagnie électrique et les postulants aux concessions des tramways de la rive gauche de la Loire de Contres à Selles, et Châteaudun à Oucques.

On a reconnu que la traction électrique était plus avantageuse que la traction à vapeur.

Un vœu en faveur du système électrique a été adopté et sera transmis au Conseil général. Il y a été décidé également qu'on inviterait les municipalités du département à concéder à la Compagnie électrique du Sud-Ouest l'éclairage de leurs communes. Plusieurs y sont déjà décidées.

Digitized by Google

## DISPOSITIFS DE PROTECTION, EN CAS DE RUPTURE DES CONDUCTEURS AÉRIENS (1)

Les lignes aériennes de haute tension ont pris une extension considérable, et l'État a été amené, pour assurer la sécurité publique, à imposer aux propriétaires de ces lignes l'obligation de les munir de dispositifs de garde permettant, en cas de rupture accidentelle, la suppression automatique du courant sur les conducteurs.

Ces précautions doivent être prises par les concessionnaires de telle façon que, tout en remplissant le but désiré, elles nécessitent les dépenses les plus réduites, c'est-à-dire qu'elles soient de nature à être acceptées par l'Administration tout en respectant les intérêts économiques des exploitants.

Dès 1904 on s'est préoccupé de protéger le public contre les effets de la chute des conducteurs aériens, ainsi que le montre les quelques lignes qui vont suivre, publiées à cette époque :

« L'emploi grandissant des courants électriques à haute tension, qui seuls permettent les transports d'énergie à de grandes distances, a rendu malheureusement trop fréquents les accidents de personnes provoqués par ces installations

« Le plus souvent ces accidents sont causés non par les appareils conducteurs ou récepteurs de l'énergie, car il est facile de les protéger et de les mettre à l'abri de tout contact, mais bien par les canalisations servant au transport de cette énergie.

« Ces canalisations peuvent être souterraines ou aériennes; l'emploi des premières est limitée par deux raisons : l'une, d'ordre technique, consiste dans la difficulté de les réaliser pratiquement lorsqu'il s'agit de très haute tension; l'autre, d'ordre financier, est le prix élevé de ce genre de canalisation,

« Pour ces motifs, l'usage des canalisations aériennes s'est répandu; il le sera de plus en plus, au fur et à mesure de l'augmentation du nombre des installations et des plus grandes distances à franchir.

« Ces canalisations empruntent forcément les chemins et routes, et sont ainsi presque en contact avec le public.

« Une rupture d'un conducteur l'amenant à portée de la main, un simple contact entre ce conducteur et un fil télégraphique ou téléphonique peut causer mort d'homme.

« On a cherché à parer à ces dangers par divers moyens : filets de protection; berceaux métalliques fixés aux poteaux, de façon à recevoir les conducteurs en cas de rupture et à les mettre ainsi au potentiel de la terre; cloches isolatrices spéciales munies d'interrupteurs automatiques ou cloches montées sur pivot, venant s'infléchir et mettre le conducteur en contact avec un cercle métallique relié à la terre, dès que ce conducteur n'est plus également tendu de part et d'autre de la cloche.

« Tous ces procédés ont l'inconvénient, pour une ligne un peu longue, de nécessiter des appareils nombreux, par conséquent d'un entretien difficile et, par cela même, d'un fonctionnement incertain.

« Nous avons pensé augmenter notablement la sécurité de ce genre d'installation par le nouveau dispositif suivant :

« Chaque ligne est munie en son origine d'un interrupteur disjoncteur dont le déclenchement s'opère automatiquement dans les trois cas d'accidents suivants :

I. Rupture d'un conducteur;

II. Mauvais isolement d'un conducteur;

III. Contact accidentel entre un conducteur et un fil télégraphique ou téléphonique muni des appareils de protection courants.

« Ce résultat est obtenu en utilisant le principe qui suit :

« Aux deux extrémités d'une ligne, les potentiels des points neutres de la distribution sont sensiblement les mêmes tant que cette ligne est en état normal.

« Au contraire, ces potentiels sont très différents dès qu'il se produit une rupture d'un conducteur.

« De même, les potentiels des points neutres sont sensiblement les mêmes que celui de la terre tant que cette ligne est en état normal; au contraire, ces potentiels en sont très différents dans le cas des accidents II et III.

« Ces différences de potentiel sont utilisées comme suit :

« A l'extrémité de la ligne à protéger, on relie à la terre, avec interposition d'un parafoudre à faible distance d'éclatement, un point neutre existant dans la distribution ou spécialement créé à cet effet par des bobines de self-induction ou des résistances.

« A l'origine de la ligne on relie également à la terre, avec interposition d'un parafoudre analogue, l'entrée de l'enroulement à haute tension d'un petit transformateur auxiliaire, La sortie de cet enroulement est reliée à un point neutre existant ou à créer.

« On peut commodément employer comme points neutres les centres d'enroulement à haute tension des transformateurs ou génératrices.

« La différence élevée de potentiel qui se produit entre les deux points neutres de tête et d'extrémité de ligne, ou entre ces points neutres et la terre, en cas de perturbation à la ligne, provoque un passage de courant à travers le primaire du petit transformateur auxiliaire, le ou les deux parafoudres et la terre.

« Le passage de ce courant à haute tension à travers le transformateur auxiliaire se fait sous forme de décharge, et ce transformateur fonctionne presque à la manière d'un condensateur.

« Le secondaire du transformateur auxiliaire provoque alors directement, ou plus commodément par l'intermédiaire d'un relais, la mise en action du solénoïde de déclenchement du disjoncteur.

(1) Rapport présenté au Congrès d'électricité de Marseille.



Digitized by Google

« L'ouverture du disjoncteur se produit instantanément et rend ainsi inoffensive la canalisation où s'est produit l'accident.

« L'emploi des parafoudres n'est pas indispensable, mais a l'avantage d'éviter qu'en marche normale il ne puisse y avoir par la terre des circulations de courant qui, éventuellement, pourraient gêner les communications téléphoniques voisines.

« On peut donner toute autre forme pratique au principe exposé ci-dessus, qui consiste en l'utilisation de la différence élevée de potentiel qui se produit soit entre les points neutres des extrémités d'une ligne à haute tension lorsqu'un des conducteurs se rompt, soit entre les points neutres et la terre lorsqu'un conducteur est mal isolé ou vient à toucher un fil téléphonique.

« On peut remarquer que le dispositif qui vient d'être décrit utilise des appareils existant normalement dans toutes les installations, tels qu'interrupteur-disjoncteur et transformateurs d'usage industriel, auxquels il suffit d'adjoindre un petit transformateur auxiliaire et un relais, c'est-à-dire deux appareils dont la surveillance et l'entretien sont des plus minimes [1]. »

Ce dispositif a été essayé dans une usine centrale des environs immédiats de Paris, mais cet essai a été nécessairement très limité, car il obligea à créer des causes de perturbations sur les lignes pour s'assurer du bon fonctionnement de l'appareil, et ces perturbations sont incompatibles avec le service d'alimentation aussi régulier que possible des abonnés branchés sur le réseau.

Nous allons examiner maintenant les quelques dispositifs suivants :

1° *Dispositif* A. — Cet appareil [2] se compose d'une pièce en V formée de deux antennes en cuivre rouge, fixées sur un support unique qu'on peut tirefonner après le poteau de la ligne. Le support est lui-même relié à la terre par un conducteur qui descend le long du poteau.

Le tout est placé immédiatement sous l'isolateur de haute tension de façon que l'axe du dispositif et l'axe du conducteur soient dans un même plan vertical. Les deux antennes sont espacées légèrement à leur partie inférieure, cet espace étant supérieur au diamètre du conducteur, et elles sont taillées en dents de scie afin de retenir le conducteur après sa chute.

Enfin, le conducteur supporte un contre-poids en plomb qui a pour but d'augmenter sa masse après rupture et de lui permettre plus facilement de tomber à l'intérieur de la pièce en V constituée par les antennes, sans être influencé par les actions extérieures, le vent par exemple, qui est un des facteurs les plus importants.

Cet appareil très simple présente l'avantage de ne comporter aucun équipage mobile et, par conséquent, est d'un fonctionnement moins douteux. Nous croyons, toutefois, qu'il serait préférable que les deux extrémités des antennes fussent rendues solidaires par une pièce MNP, amovible au besoin, et assemblée par boulons aux antennes. De cette façon, le conducteur passant dans l'intérieur du système fermé, toucherait à coup sûr le dispositif en cas de rupture, et ce dispositif étant relié à la terre, comme nous l'avons dit, le courant serait interrompu automatiquement sur la ligne par le déclenchement de l'interrupteur à l'usine. Il conviendra que le

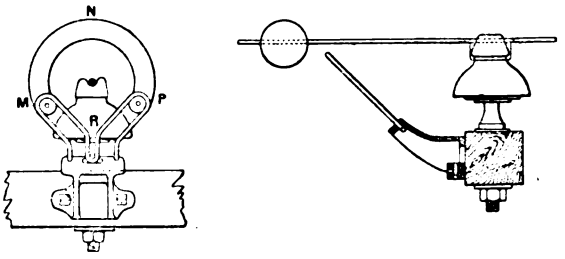



Fig. 1. — Dispositif A.

système fermé MNPR ait des dimensions convenables suivant les tensions de distribution, pour éviter les effluves.

On voit ainsi que jamais, par les grands vents, le déclenchement à l'usine ne pourrait se produire par le contact accidentel du conducteur et du dispositif de sécurité puisque, le tout étant fixé sur le même poteau et les axes étant dans un même plan, tout déplacement du conducteur est accompagné d'un déplacement parallèle de l'appareil, et *vice versa*; tandis que, pour les appareils articulés, il est toujours à craindre, par le vent, des fonctionnements inopportuns.

Enfin, pour donner le moins possible prise aux agents extérieurs et en même temps obtenir un prix de revient aussi bas que possible, on peut réduire les dimensions des pièces de l'appareil.

2° *Dispositif* B. — Cet appareil est un appareil de court-circuit entre phases, tandis que le précédent opérait le déclenchement par rapport à la terre.

Il se compose, pour chaque conducteur de la ligne, de deux isolateurs placés sur le poteau : l'un étant l'isolateur ordinaire qui supporte le conducteur, l'autre supportant un anneau traversé en son centre par le conducteur et dont le plan est perpendiculaire à l'axe du conducteur.

Soient $a$, $a_1$, $a_2$ les isolateurs du conducteur.

Soient $b$, $b_1$, $b_1$ les isolateurs des anneaux.

Les anneaux $b$, $b_1$, $b_2$ sont reliés électriquement et respectivement aux conducteurs passant dans la gorge des isolateurs $a$, $a_1$, $a_2$.

On voit facilement le fonctionnement de l'appareil.

Supposons que le conducteur C vienne à se rompre; il se met immédiatement en contact avec l'anneau $b_1$, et par cela même en court-circuit avec le conducteur $C_1$; l'automatique à l'usine déclenche aussitôt.

[1] *L'Eclairage électrique* du 17 décembre 1904.

[2] Pour rester dans l'impartialité la plus complète, nous avons omis à dessein les noms des systèmes analysés, mais nous pourrons les indiquer et donner les adresses des constructeurs si demande nous en est faite.

Digitized by Google

Le fonctionnement est identique, quel que soit le fil qui se rompt.

Cet appareil est, on le voit, très ingénieux. Comme le précédent, il a l'avantage d'offrir, en cas de vent, un déplacement simultané et dans le même sens du conducteur et du dispositif correspondant. Mais il soulève les deux objections suivantes :

1° Tout d'abord, une raison économique; le prix d'un tel système dont on est obligé de munir chaque poteau

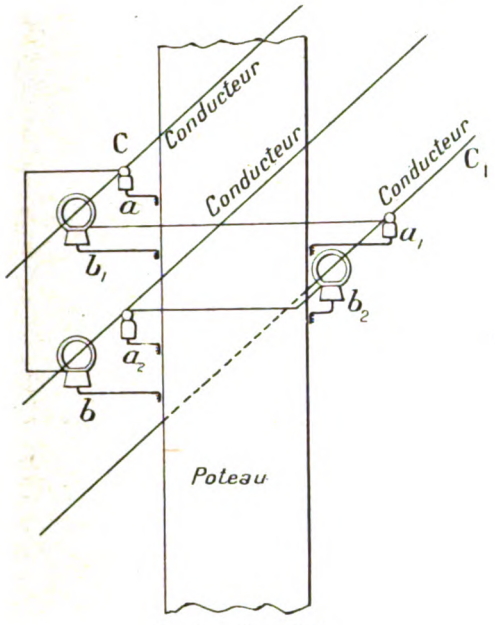



Fig. 2. — Dispositif B.

augmenterait sensiblement l'installation de la ligne, car les isolateurs $b$, $b_1$, $b_2$ qui supportent les anneaux sont des isolateurs armés, c'est-à-dire spéciaux; si, de plus, on tient compte que ce sont des isolateurs à haute tension, donc à plusieurs cloches, leur prix d'achat s'augmente encore.

2° Une raison technique; on voit, en effet, que chacun des conducteurs de la ligne est solidaire, sur chaque poteau, de deux isolateurs : son isolateur propre et l'isolateur qui supporte l'anneau dans lequel passe le conducteur correspondant, puisque cet anneau est relié électriquement.

Donc on augmente les points faibles de la ligne et si, en cours d'exploitation, les isolateurs opposés deviennent mauvais, il se produira des déclenchements automatiques de la ligne dont la recherche sera extrêmement laborieuse, étant donnée leur cause même. Ce qu'on croira être la conséquence d'une rupture ne sera, en somme, que la conséquence de l'isolement.

Pour cette seconde raison surtout, nous croyons que cet appareil, quoique théoriquement très ingénieux, peut prêter à critique. A quiconque connaît la délicatesse des lignes aériennes, il n'échappe pas que la simplicité des accessoires est très précieuse.

3° *Dispositif à isolateur basculant* C. — Nous appellerons ainsi un dispositif décrit dans la *Houille blanche*. Il repose sur le principe de l'égale tension mécanique de part et d'autre d'un isolant lorsque la ligne est en fonctionnement normal.

Sur la tige de l'isolateur est fixée une fourche reliée électriquement à la terre. En cas de rupture de fil, l'isolateur tourne autour de sa tige dans l'épaisseur du poteau, et la fourche, mise en contact avec le conducteur

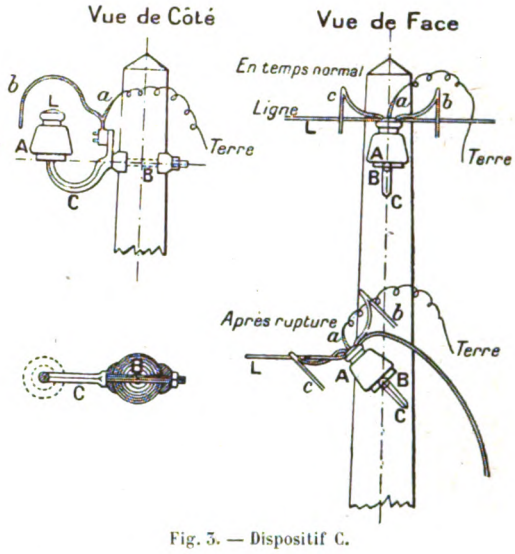



Fig. 3. — Dispositif C.

avant la chute de celui-ci à terre, cause l'interruption du courant à l'usine.

Le système est très ingénieux, simple évidemment, mais il oblige à percer chaque poteau à l'endroit des isolateurs, et le bois ne tarde pas ainsi à pourrir; les trous s'agrandissent alors et un jeu important entre la tige de l'isolateur et le trou du poteau peut amener des fonctionnements inopportuns de l'appareil en cas de vent.

Il semble qu'on pourrait, pour éviter l'avarie aussi rapide des poteaux, passer dans les trous une douille en fer dont les bords seraient rabattus à l'entrée et à la sortie, de façon à assurer la fixité de la douille et à préserver le bois de l'action de la pluie, mais on conçoit alors que la pose d'une ligne aérienne dans ces conditions augmenterait le prix de revient dans de notables proportions.

Cet appareil a un avantage qu'il est juste de reconnaître, c'est que, en cas de rupture, on est assuré du contact du conducteur d'arrivée de courant avec la fourche, puisque l'un et l'autre sont solidaires du même isolateur, tandis que dans l'appareil A décrit tout à l'heure et dans tous les appareils dont les points de fixation au poteau sont indépendants de ceux du conducteur, ce dernier peut échapper au contact au moment de sa rupture par un violent coup de vent par exemple. C'est, du reste, pour cette raison que nous avons recommandé de munir l'appareil A de la pièce MNP.

Nous verrons un peu plus loin, en discutant sur une ligne aérienne en boucle, un autre avantage du dispositif que nous venons de décrire.

Digitized by Google

Enfin, nous croyons qu'en cas de vent, lorsque pour un instant la traction de chaque côté de l'isolateur devient inégale, l'appareil est susceptible de fonctionner sans accident à la canalisation; c'est là l'inconvénient qui est général aux appareils basés sur une position d'équilibre, et les inégalités de traction au moment d'une tempête sont inévitables, surtout si, ce qui arrive toujours, la ligne est munie de pylônes en fer ou poteaux jumelés qui constituent des systèmes dont l'inertie est différente des poteaux ordinaires de la ligne et dont les oscillations causées par le vent ne sont pas en synchronisme avec celles des poteaux ordinaires. Donc, entre le moment où la dissymétrie de traction sur l'isolateur commence et le moment où l'équilibre se rétablit (instant assez court sans doute), il peut y avoir fonctionnement injustifié de l'appareil.

4° *Dispositif* D. — La maison X... construit un dispositif protecteur pour lignes aériennes à haute tension, accouplement système Gould.

L'appareil se compose d'un isolateur à haute tension, dont la partie supérieure est composée d'une pièce de fonte; la partie inférieure de cette bague de fonte est

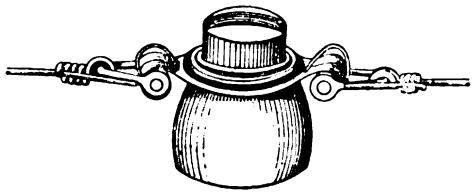


Fig. 4. — Dispositif D.

filetée et terminée en embase. Sur cette embase vient reposer un anneau solidaire de deux crochets diamétralement opposés.

Pour assurer la position de cet anneau, on visse, sur la partie filetée de la pièce de fonte, une bague écrou qui est ensuite rendue solidaire de la pièce de fonte par clavetage.

L'isolateur étant placé sur le poteau, le conducteur aérien est fixé de part et d'autre aux deux crochets au moyen d'étriers en cuivre rouge qui sont soudés auparavant au conducteur.

On comprend immédiatement le fonctionnement du système : en temps normal, le tronçon de canalisation compris entre deux poteaux conduit le courant au tronçon suivant par l'intermédiaire de l'étrier, du crochet et de l'anneau porte-crochet. Mais, en cas de rupture de câble entre deux poteaux, les deux parties du câble rompu se détachent par leur poids du crochet correspondant, et cela bien avant qu'elles ne viennent en contact avec le sol, grâce à la forme spéciale des crochets, qui ne permettent le contact avec l'étrier que lorque le conducteur est parfaitement tendu.

L'appareil est extrêmement ingénieux, simple d'aspect et aussi esthétique qu'on peut le souhaiter; il a l'avantage de ne pas charger les poteaux et de ne pas amener de points faibles nouveaux sur le réseau, puisqu'il est fixé sur les isolateurs mêmes de la canalisation.

Mais il est basé sur l'égale tension du conducteur sur les deux étriers opposés de l'isolateur, et si l'on envisage une portion de canalisation comprise entre un poteau ordinaire et un pylône métallique par exemple, on se rend compte que l'inégal déplacement de l'un et de l'autre de ces supports, en cas de vent, peut amener une diminution de la tension mécanique du conducteur et, par conséquent, la rupture du circuit par une chute inopportune du conducteur.

Un autre inconvénient, et c'est là le défaut capital du système, est le contact douteux des étriers et des crochets; il peut alors se produire des étincelles qui entameront les surfaces de contact et causeront également des ruptures du circuit.

L'appareil n'en demeure pas moins extrêmement curieux à cause de sa simplicité de montage et de l'absence des conducteurs de terre qui sont toujours coûteux à établir.

5° *Dispositif* E. — Cet appareil est basé sur l'angle que fait le câble conducteur avec sa position ordinaire d'équilibre lorsqu'il tombe sur le sol par suite d'accident; lorsque cet angle a acquis une certaine valeur, l'appareil protecteur déclenche et cause un court-circuit entre phases qui rompt le courant à l'usine.

On voit aisément le fonctionnement sur le schéma : lorsque l'angle de chute a pris une certaine valeur, le déclenchement se produit par la sortie du crochet d'arrêt *c'* du collier *d* fixé sur le conducteur. Le bras *c* prend la posi-

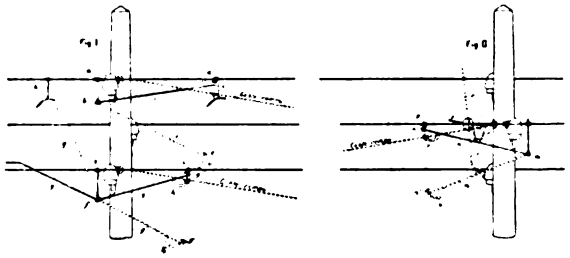


Fig. 5. — Dispositif E.

tion *c'* et appuie sa fourche contre le conducteur inférieur; le court-circuit a lieu.

Si c'est le conducteur inférieur qui vient à se rompre, grâce au contrepoids *h*, la tringle *g* vient appuyer sur la pièce de contact que porte le conducteur supérieur et le court-circuit de produit.

Enfin, pour le troisième conducteur d'une ligne triphasée qui ne se trouverait pas dans le même plan que les deux autres, le court-circuit se produit par le levier *r* qui tourne autour d'un isolateur auxiliaire fixé au poteau dès que la tige *no* échappe du collier *p* et vient assurer le contact avec l'un des deux autres conducteurs.

Cet appareil est sujet à accidents; il n'est pas sûr non plus qu'en cas de rupture de conducteur, il assure le déclenchement de l'automatique à l'usine avant que le

Digitized by Google

conducteur brisé soit venu toucher au sol, car les tiges de contact sont toutes à articulations et l'on ne sait trop comment fonctionneraient ces articulations en cas de tempête.

D'autre part, les oscillations seules des conducteurs par le vent pourraient amener le fonctionnement de tous ces leviers, car l'angle de chute, en somme, doit être prévu assez faible eu égard à la faible hauteur des poteaux, si l'on veut que l'appareil cause le déclenchement de l'automatique avant le contact du conducteur avec le sol, et c'est nécessaire. Donc les simples oscillations des conducteurs peuvent faire jouer tous ces bras multiples et la sensibilité de l'appareil peut être extrême. Or, et surtout dans les pays de montagnes où se fait en majeure partie l'application des lignes aériennes, il faut avoir un appareil sûr, mais non fragile, car il deviendrait impossible d'assurer une exploitation à grande distance.

Cet appareil est en réalité un appareil triple, puisque le système de garde est fonction de la position du conducteur sur le poteau. Il en résulte une certaine délicatesse de montage et une surveillance extrêmement active de la part des chefs d'exploitation lors du montage d'une ligne. On se rend compte, en effet, que l'inversion de l'un de ces trois systèmes à la place d'un autre sur un conducteur pourrait amener tous les accidents qu'il est possible de prévoir.

Le prix d'établissement d'une pareille ligne deviendrait absolument prohibitif, car pour être assuré d'un bon fonctionnement il ne serait pas possible de négliger le réglage des colliers de contact, la construction soignée des articulations, etc.

Enfin l'addition des isolateurs auxiliaires du troisième conducteur apporterait autant de points faibles sur le réseau.

6° *Relais de rupture pour réseaux triphasés.* — C'est un appareil qui provoque la fermeture du circuit local d'un interrupteur automatique commandant une ligne aérienne, lors de la rupture d'un fil de cette ligne ou même lors d'une variation de charge sur l'un des conducteurs de la ligne.

Ce relais se compose d'une pièce en fer en forme d'anneau portant trois enroulements alimentés par les secondaires de trois transformateurs d'intensité branchés dans le parcours des trois conducteurs triphasés au départ de l'usine. Les trois pôles de l'anneau de fer sont également munis d'enroulements de court-circuit et d'un tambour métallique mobile et léger qui porte sur son axe un bras de contact destiné à fermer le circuit local de l'interrupteur automatique de la ligne.

En temps normal, le courant triphasé engendre un couple qui agit dans un certain sens sur le tambour, ce couple ayant été calculé tel qu'il soit légèrement supérieur au couple produit par les enroulements de court-circuit et de sens opposé. Le tambour prend alors une certaine position. S'il se produit une rupture de ligne, le couple du courant triphasé disparaît, celui des enroulements de court-circuit l'emporte, le tambour tourne en sens contraire et le bras de contact ferme le circuit local de l'automatique qui déclenche.

Cet appareil, on le voit, peut commander la ligne de l'usine, et conséquemment serait avantageux. Mais on voit aussi qu'il est basé sur la dissymétrie du champ et s'il s'agissait d'une ligne à circuit ouvert, cas possible, la rupture d'un conducteur de cette ligne n'entraînerait aucun fonctionnement du relais; donc les accidents de personnes seraient à craindre, puisque le conducteur

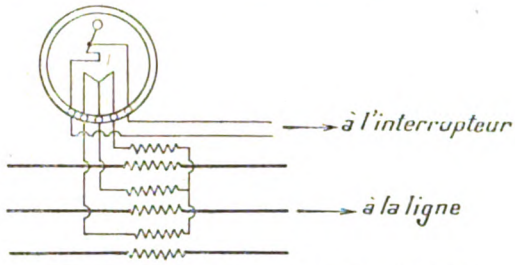



Fig. 6. — Relais de rupture pour réseaux triphasés.

rompu n'amènerait le déclenchement de l'automatique qu'après un contact avec le sol.

Un autre inconvénient de cet appareil serait son fonctionnement lorsque, par suite d'un fusible qui éclaterait dans un poste important, il y aurait variation de charge sur le conducteur correspondant; dans ce cas, en effet, la ligne se trouverait privée de courant sans accident à elle-même, ce qui pourrait être gênant pour les autres abonnés, surtout si, dans le poste où le fusible a sauté, la phase qui reste en service continuait à alimenter une partie du réseau (comme c'est le cas pour l'éclairage); il s'ensuivrait alors des déclenchements continuels de l'automatique dès qu'on l'aurait refermé, grâce au fonctionnement du relais et cela jusqu'au remplacement du fusible du poste, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on fasse cesser la dissymétrie du champ. Ce n'est seulement que dans le cas où le poste alimenterait des moteurs que la dissymétrie pourrait cesser plus vite par suite de la rupture de l'un des deux autres fusibles à la mise en marche d'un certain nombre de moteurs si les abonnés avaient laissé leurs interrupteurs fermés après l'accident primitif.

*Dispositif* F. — Voici la description de cet appareil :

Sur la console (*a*) est placée une selle (*b*) en acier moulé destinée à équilibrer les efforts de traction du conducteur (*c*) suspendu à l'attache médiane (*d*) montée sur un isolateur à cloche.

De chaque côté de ces pièces sont fixées les attaches

Fig. 7. — Dispositif F.

($d^1$) et ($d^2$) reliées à la selle (*b*) au moyen des tiges (*fg*) reliées entre elles par un tendeur isolé (*h*).

Digitized by Google

Les tiges (*f*) sont fixées dans les anneaux (*i*) montées sur les attaches ($d^1$) ou ($d^2$) au moyen de bagues isolantes (*j*) et d'un écrou (*k*). L'extrémité (I) de la tige (*f*) est fendue et repliée pour éviter tout desserrage inopiné de l'écrou (*k*).

Sur la pièce (*b*) deux leviers (*m*) sont articulés en (*n*) ils sont terminés à leur partie inférieure par une palette (*o*) et à leur partie supérieure par un bras coudé (*p*) terminé par une boucle (*q*) dans laquelle passe la tige (*g*).

En position normale, lorsque le conducteur est tendu, la selle (*b*) est parallèle à ce dernier, les palettes (*o*) des leviers (*m*) sont maintenues à une certaine distance du conducteur (*c*) par le fait de l'équilibre parfait des différentes pièces de l'appareil.

Si le conducteur (*c*) vient à se rompre en A par exemple, l'appareil prendra la position représentée.

Par suite de la traction du conducteur s'opérant en B, la cloche d'isolement (*e*) articulée en (*r*) oscillera autour

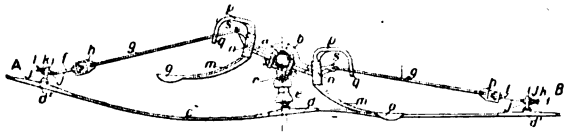


Fig. 8.

de ce point et l'axe de l'oreille de suspension (*d*) et de la cloche (*e*) fera avec la verticale un certain angle.

La distance de l'anneau (*i*) à l'axe de la console (*a*) s'augmentera du côté B et fera basculer la selle (*b*). De ce fait l'axe de console, les points (*i*) et (*s*) se trouveront sur une même ligne ; à ce moment la palette (*o*) du levier (*m*) viendra en contact avec le conducteur (*c*), ce mouvement sera encore accentué en ce que la tige (*g*) qui passe dans la boucle (*q*) du levier (*p*) appuie sur la partie inférieure de cette boucle qui, en position normale reposait sur cette tige par sa partie supérieure.

Dans cette position, le courant du conducteur (*c*) passe par la palette (*o*) du levier (*m*), la selle (*b*) pour la console (*a*) ou le câble connecté à la selle (*b*) pour aller au rail ou négatif, établissant ainsi le court-circuit. A ce moment les disjoncteurs se décrochent, interceptant ainsi le courant. Ces opérations se succèdent avec une rapidité telle que le courant est coupé avant que la partie rompue ait touché le sol.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que le cas d'une ligne aérienne seule. Mais nous pouvons avoir une ligne en boucle, dont chaque extrémité de la boucle est reliée aux barres-omnibus de l'usine.

Dans ces conditions, les appareils de sécurité étant placés en *a*, *b*, *c* (fig. 9), si un conducteur se rompt, l'interrupteur automatique A de l'usine déclanchera bien, et le courant sera coupé sur une partie du conducteur, mais l'autre partie du conducteur continuera à recevoir du courant par l'interrupteur B qui sera encore fermé, et cela jusqu'à ce que ce conducteur ait pris contact avec la terre ; donc il y aura danger pendant quelques secondes encore après la rupture et si, par hasard, une personne se trouvait à cet instant sous la ligne, elle pourrait être électrocutée par le choc électrique du conducteur qui se mettrait à la terre par le corps même de cette personne.

Afin de parer à cette grave circonstance, il est donc nécessaire de munir les poteaux d'une ligne en boucle de

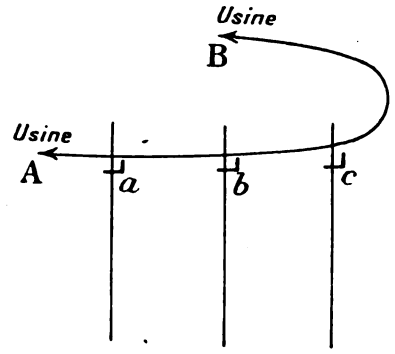



Fig. 7.

deux appareils de sécurité par conducteur, l'un à droite du poteau, l'autre à gauche.

On conçoit l'énorme prix de revient d'une telle ligne si les appareils de sécurité sont d'un prix élevé, la complexité de l'installation de la ligne et conséquemment les dépenses d'entretien. Mais ces raisons ne sont pas de nature à engager l'Administration au renoncement des appareils de sécurité, et nous devons nous efforcer de rechercher les solutions simples autant qu'efficaces.

Des appareils que nous venons de décrire, deux permettent l'application à une ligne en boucle ; l'appareil à isolateur basculant et l'appareil D ; mais pour les raisons données plus haut, nous ne pouvons en recommander l'emploi aussi sincèrement que nous le désirerions.

Notre avis est de nous en tenir actuellement au dispositif A, qui est de beaucoup le plus simple, le moins sujet à déclenchements fortuits et qui, muni de son dispositif de fermeture MNP convenablement approprié aux tensions électriques des conducteurs pour éviter les effluves, peut garantir de tout accident avec le minimum de dépense.

Il nous paraît en tout cas que la condition requise pour un bon appareil de sécurité est la fixité de l'appareil sur les supports de la ligne aérienne ; ceux qui sont basés sur une traction inégale du conducteur de chaque côté de l'isolateur ont, bien que simples, des désavantages nombreux.

Toutefois, les discussions auxquelles nous venons de nous livrer, bien que, croyons-nous, devant se rapprocher beaucoup de la vérité, nous amènent à ne formuler que des avis.

Pour que ces avis se changent en certitude ou soient démontrés sans valeur, il est nécessaire que nous soyons éclairés par ceux-là mêmes qui ont monté sur leurs lignes aériennes les appareils décrits ici et qui ont été vendus à des exploitants. C'est donc cette contre-partie de notre rapport : la pratique des exploitations, qu'il serait utile que nous connaissions, et il serait bon sans

Digitized by Google

doute d'obtenir des renseignements à ce sujet. Il suffirait de demander à chaque exploitant le dispositif qu'il emploie, sa description et les avantages ou inconvénients auxquels il a donné lieu tant au point de vue du prix qu'à celui du fonctionnement. C'est un questionnaire des plus simples à établir.

*Cas d'un réseau mixte aérien-souterrain.* — Si l'on est en présence d'une ligne aérienne bouclée, alimentée d'un côté par les barres omnibus de l'usine, et, d'autre part, par une ligne souterraine, il est utile que, dans la station de raccordement de la ligne aérienne à la ligne souterraine, le raccordement se fasse par l'intermédiaire d'un interrupteur automatique *a* semblable à l'automatique *a* placé sur la ligne aérienne au départ de l'usine.

Tout accident survenant à la ligne aérienne ferait déclencher les deux automatiques *a*; et afin que les abonnés

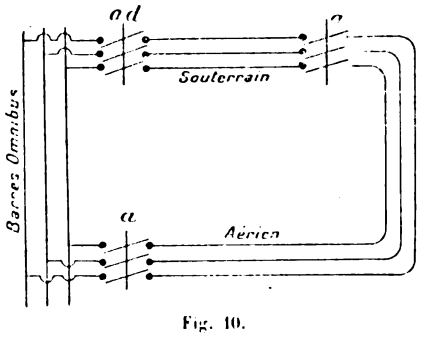



Fig. 10.

desservis par la ligne souterraine ne soient pas privés de courant par le fonctionnement des appareils de sécurité et d'interruption de la ligne aérienne, il serait nécessaire qu'on plaçât entre les barres omnibus de l'usine et le départ souterrain un automatique à action différée *ad*, dont le temps de retard serait convenablement réglé.

C'est un cas assez rare, mais qui peut cependant se présenter. Il est bien évident qu'un raccordement aérien-souterrain est toujours une cause d'accidents.

*Contact avec une ligne télégraphique ou téléphonique.* — La chute d'un conducteur à haute tension sur une ligne télégraphique ou téléphonique peut avoir les plus graves conséquences (1), non seulement sur les appareils de cette ligne, mais surtout sur les personnes manipulant ces appareils. Aussi ne doit-on jamais, à notre avis, se contenter seulement de munir les poteaux d'un appareil de sécurité.

Il faut avoir soin de disposer sur les deux poteaux successifs les appareils de sécurité *aa*, comme il est indiqué sur la figure 11, et sous ces appareils, à une distance convenable, il faut placer un filet protecteur qui amortisse la chute du conducteur et l'oblige ainsi, si ce n'est déjà fait, à se mettre en contact avec l'appareil de sécurité *a*; il est toujours à craindre que ce contact échappe dans le cas d'une chute non amortie du conducteur.

On a de plus, ainsi, la chance d'éviter complètement la chute sur les fils de l'État; si, en effet, le conducteur touchait ces fils et qu'on remette le courant à l'usine, les plus graves accidents de personnes seraient à craindre.

La présence des fils de l'État conduit donc à prendre des précautions plus grandes encore, puisque la chute

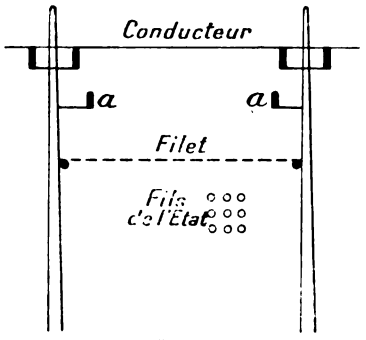



Fig. 11.

d'un conducteur peut avoir deux conséquences : d'une part, l'électrocution des passants sur la voie publique, et, d'autre part, l'électrocution de ceux qui peuvent être à plusieurs kilomètres du lieu de rupture du conducteur de haute tension.

M. Daguerre.

(1) L'incendie de l'Hôtel des Postes de Grenoble n'aurait paraît-il pas d'autre cause.

## DISPOSITIF PERMETTANT DE RÉDUIRE LA VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES

On sait que les moteurs asynchrones ne permettent d'obtenir qu'une seule vitesse, déterminée par la fréquence des courants alternatifs qui les alimentent et leur nombre de pôles; ils glissent légèrement suivant la charge mais en somme leur vitesse reste pratiquement assez voisine du synchronisme dans les conditions normales.

Pour obtenir plusieurs échelles de vitesse, MM. Siemens Brothers indiquent un procédé (1) qui nous paraît un peu compliqué mais qui peut être utilisable dans certains cas.

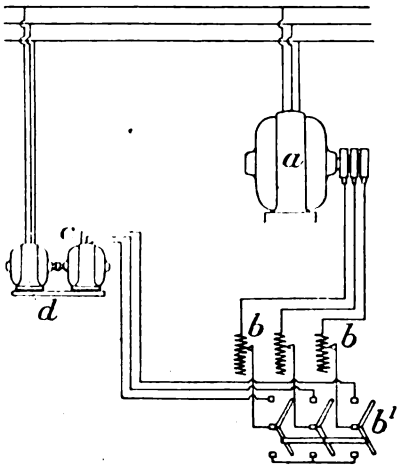
Considérons un moteur asynchrone *a* avec rotor bobiné à bagues, supposons qu'on veuille le faire tourner à une vitesse inférieure à sa vitesse normale. Les bagues *a* du moteur seront reliées à un moteur-générateur *c d*, consistant en deux moteurs asynchrones : l'un *d* établi pour la fréquence du réseau, l'autre *c* pour une fréquence plus faible. On démarre *a* en utilisant les résistances de démarrage ordinaires *bb*, puis on relie ses bagues au stator du moteur *c* en manœuvrant un inverseur tripolaire $b^1$.

Les rotors des machines *c* et *d* doivent être à cage d'écureuil; s'ils sont manchonnés, le rapport entre le nombre de pôles de la machine *d* à celui de *c* doit être le même que le rapport de la fréquence du courant de la distribution à la fréquence du courant provenant du

(1) *The Electrical Engineer* du 11 septembre 1908, p. 372.

Digitized by Google

glissement de la machine *a*. Dans ces conditions en effet, le courant à basse fréquence provenant des bagues *a* tend à entraîner le rotor du moteur *c*, ce qui a pour effet de rendre la machine *d* génératrice. Cette dernière




envoie du courant au réseau, à la fréquence d'alimentation, en même temps qu'elle fait frein et maintient constant le glissement de *a*.

Le rotor de la machine à basse fréquence *c* doit être choisi de préférence à résistance plus élevée que celui de la machine *d* de façon à ce que la vitesse du groupe moteur-générateur ne soit pas affectée par de petites variations du glissement de *a*.

Lorsque deux ou plusieurs moteurs dans le genre de *a* doivent avoir leur vitesse réduite simultanément, on les relie à un nombre correspondant de moteurs à basse fréquence manchonnés au même moteur générateur *d*; le nombre de pôles des diverses machines à basse fréquence peut être pris différent suivant les valeurs des vitesses à réaliser.

A. Soulier.

---

ACTION SUR LA VUE DE LA LUMIÈRE ÉMISE

PAR

## LA LAMPE A ARC ET LA LAMPE A FILAMENT MÉTALLIQUE

La lumière ultra-violette semble avoir sur la vue une action particulièrement funeste. Comme les nouvelles sources lumineuses à grand rendement contiennent nécessairement une beaucoup plus grande quantité de ces rayons que celles auxquelles nos yeux sont habitués, puisque l'augmentation de rendement ne peut s'obtenir jusqu'ici qu'en élevant la température des corps; on doit rechercher si ces sources lumineuses modernes n'ont pas une influence fâcheuse sur la vue, et quels sont les moyens d'y remédier.

C'est dans ce but qu'ont été effectuées les expériences des docteurs E. Schenz et C. Stockhausen dans les laboratoires de l'Université de Dresde. Les résultats obtenus ont été communiqués au Congrès d'Erfurt du Verband Deutscher Electrotechniker de juin et résumés par l'*Elektrotechnische Zeitschrift*.

Parmi les sources lumineuses connues, la lampe à vapeur de mercure en tubes de quartz est celle qui émet le plus de rayons ultra-violets, puis vient l'arc nu et la lampe Nernst sous globe; l'ampoule de verre qui fait partie intégrante de la lampe à filament métallique et de la lampe à arc en vase clos absorbe tous les rayons ultra-violets dont la longueur d'onde est inférieure à 300 $\mu$ environ; il est à remarquer, toutefois, que parmi les rayons de longueur d'onde supérieure à 300 $\mu$ que ces globes laissent passer, il en est une certaine quantité qui ont une influence funeste sur les yeux; il faut, par conséquent, prendre des précautions particulières pour absorber cette portion dangereuse des faisceaux lumineux émis par les lampes à haute température.

Les verres colorés, sauf si leur teinte est assez foncée, ne donnent aucun résultat sérieux, et, dans ce cas, ils réduisent d'une façon trop notable l'intensité lumineuse pour qu'on puisse les utiliser économiquement. Les auteurs ont trouvé des verres de composition spéciale auxquels ils ont donné le nom d' « euphos », qui, bien que très faiblement colorés en jaune verdâtre, absorbent complètement les rayons ultra-violets tout en ne réduisant que de 3 à 5 pour 100 l'intensité lumineuse totale. La composition de ces verres varie légèrement suivant la composition du spectre de la source lumineuse à laquelle ils sont destinés.

Les photographies du spectre émis par une lampe à arc, munie d'un globe ordinaire de 1 mm d'épaisseur, montre que les rayons de longueur d'onde inférieurs à 300 $\mu$ sont seuls absorbés, tandis que le spectre de la même lampe munie d'un globe en verre « euphos » de 0,8 mm ne présente plus aucune trace de rayons ultra-violets.

A. B.

---

## GROUPE ÉLECTROGÈNE DIMORPHIQUE

POUR CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE

Nous avons signalé déjà (1) le groupe dimorphique que la Société alsacienne de Belfort exposait à Marseille, groupe formé d'une turbine hydraulique accouplée, par l'intermédiaire d'un manchon élastique, à une génératrice électrique dimorphique. Cet ensemble est destiné à alimenter le chemin de fer électrique de Villefranche à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales), il mérite que l'on s'y arrête un peu étant donné l'originalité de cette installation.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 40, du 10 septembre, p. 388.

Digitized by Google

1° *Turbine hydraulique.* — La turbine (fig. 2 et 3) est construite pour fournir, sous une chute de 400 mètres de hauteur, une puissance d'environ 1100 poncelets sur son arbre, en tournant à la vitesse normale de 575 tours par minute. Elle est à axe horizontal; l'aubage mobile est du type Pelton, quoiqu'il offre une construction très spéciale.

Les aubes de la roue mobile, en forme de cuillers, sont coulées toutes ensemble en une couronne boulonnée sur le plateau moyen. Deux frettes, mises à chaud, assurent leur résistance à l'action de la force centrifuge. L'arrivée de l'eau sur les aubes est dirigée verticalement depuis le collecteur général se trouvant dans le sous-sol de la salle des machines.

L'injecteur, en bronze spécial, est muni de languettes régulatrices avec équilibrage hydraulique. La languette de l'injecteur est actionnée par un régulateur de vitesse breveté de haute précision, auto-générateur à pression

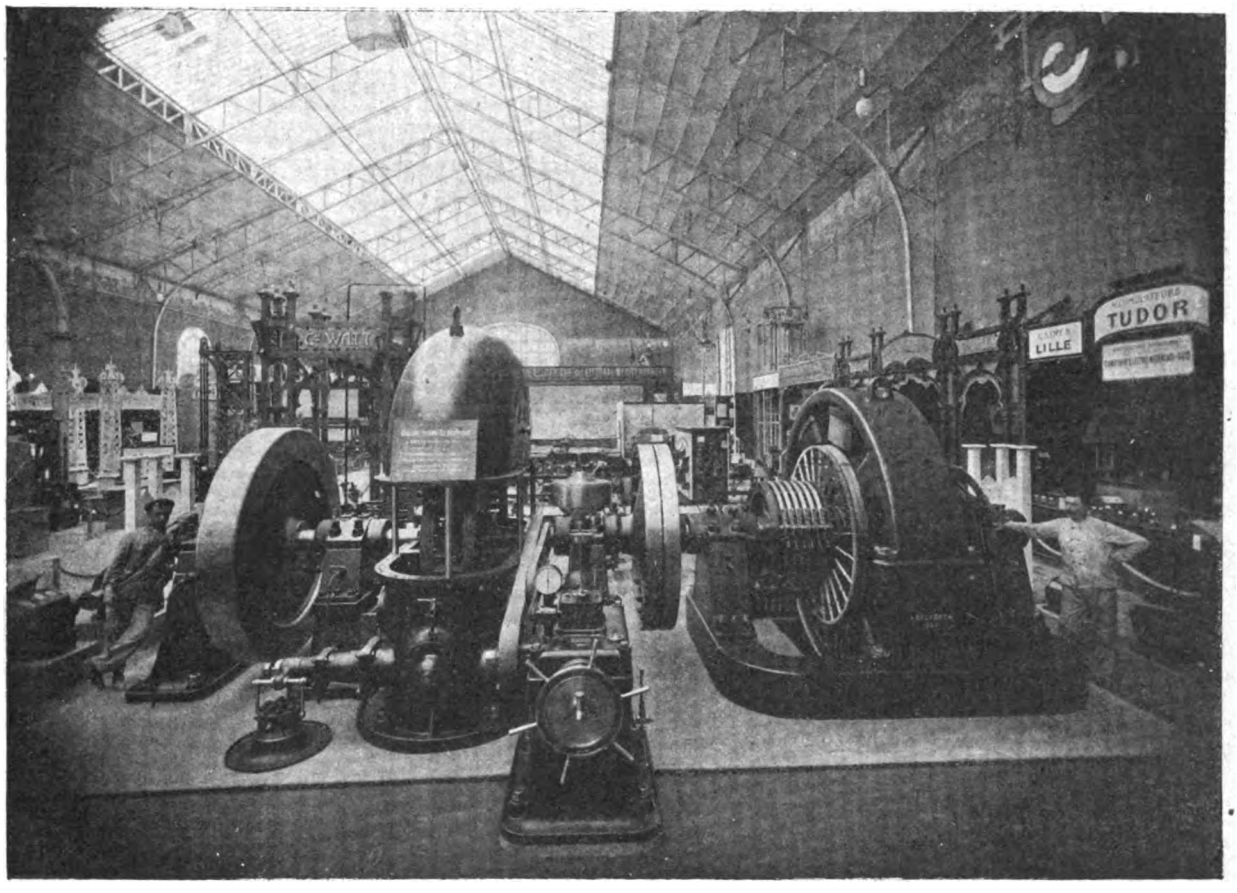



Fig. 1. — Vue d'ensemble du groupe dimorphique exposé à Marseille par la Société Alsacienne.

d'huile. Ce régulateur est caractérisé par ce fait que la pression hydraulique agissant dans le servo-moteur n'existe pas en permanence, mais se réalise seulement à l'instant même où le réglage de la vitesse angulaire doit avoir lieu.

En outre, sa valeur est toujours proportionnelle à la résistance qu'opposent les organes du vannage de la turbine. Pendant la marche normale du moteur, l'huile ne fait que circuler sans pression appréciable, et le travail absorbé par les pompes est, par conséquent, insignifiant.

La régularité de marche assurée par cet appareil, secondé par l'inertie d'un volant de 5000 kg, monté sur l'arbre de la turbine et de l'induit de la dynamo, est telle que les variations de vitesse angulaire en plus ou en moins de la vitesse normale ne dépassent pas :

| | | |
|---|---|---|
| Pour des variations de charge atteignant | 10 p. 100. . . | 0,5 p. 100. |
| — | 25 — . . . | 1 — |
| — | 50 — . . . | 4 — |

Pour une décharge totale, l'écart momentané de vitesse est inférieur à 10 pour 100.

Pour éviter les coups de bélier dans la conduite d'amenée, conséquence du réglage rapide du régulateur de vitesse dont la durée de fermeture est d'environ 5 secondes, la turbine est munie d'un appareil régulateur de pression d'un système breveté; ce régulateur ouvre au moment voulu un orifice compensateur, établi en dérivation sur le tuyau d'introduction de la turbine, et le referme ensuite suffisamment lentement pour ne donner lieu à aucune surpression.

L'arbre de la turbine, en acier au creuset, repose sur trois paliers graisseurs à longue portée munis d'un sys-

Digitized by Google

tème de refroidissement par circulation d'eau. Il porte, outre la couronne d'aubages, un volant destiné à contribuer à la régularité de la marche.

Tous les robinets d'admission aux turbines et ceux du régulateur de pression se trouvent réunis dans le sous-

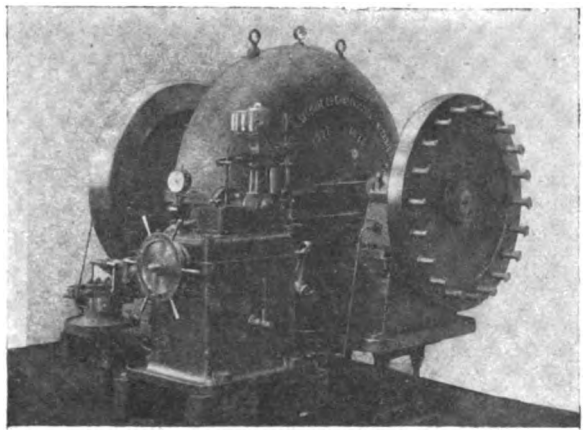


Fig. 2. — Vue de la turbine.

sol; de cette manière, la salle des machines est absolument à l'abri des projections d'eau.

La commande des robinets d'admission se fait par

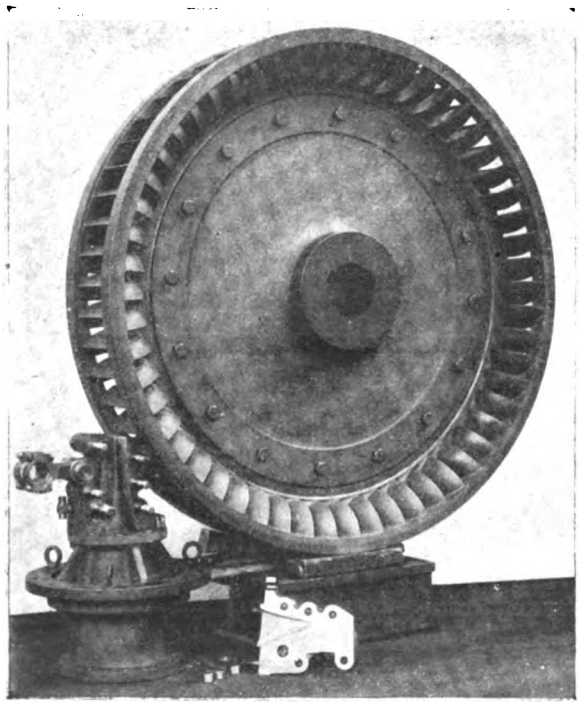


Fig. 3. — Roue mobile et injecteur.

servo-moteurs hydrauliques; ces derniers peuvent être actionnés électriquement depuis le tableau de distribution.

Depuis le tableau de distribution sont aussi actionnés, au moyen de dispositifs électriques, tous les régulateurs de vitesse, de manière à permettre d'effectuer à distance la mise en parallèle des génératrices.

2° *Génératrice dimorphique.* — La génératrice dimorphique est accouplée par un manchon élastique à la turbine hydraulique. Elle est établie pour fournir soit du courant continu à 800-850 volts, soit du courant hexaphasé à 600 volts à la fréquence de 25 périodes par seconde.

La machine est largement calculée et capable de fournir soit en courant continu, soit en courant hexaphasé, une puissance normale de 850 kw. Elle est prévue pour supporter les variations de charge brusques et considérables qui se produisent si souvent dans les installations de traction, et peut fournir, sans échauffement anormal et avec une commutation satisfaisante, des surcharges momentanées de 50 à 60 pour 100, c'est-à-dire une puissance utile dépassant 1200 kw.

Ces machines (fig. 4) sont du type à inducteur fixe et à induit tournant. L'induit est enroulé en tambour; il est formé d'un paquet de tôles minces, de haute perméabilité et à faible coefficient d'hystérésis, réduisant les pertes et l'échauffement au minimum; ces tôles sont soigneusement isolées les unes des autres au papier, de manière à prévenir la formation de courants de Foucault. Elles sont fortement serrées par bout entre deux disques de fonte. L'ensemble des tôles est divisé en plusieurs paquets, séparés par des évents, avec armature en métal non magnétique; ces évents servent à assurer une ventilation énergique, qui dissipe efficacement la chaleur produite dans la machine par les pertes internes.

Sur tout le pourtour, les tôles portent des cannelures destinées à recevoir l'enroulement induit. Celui-ci est constitué par des barres de cuivre électrolytique soigneusement isolées à la tresse et au carton; ces barres sont pliées sur gabarit de manière à être absolument interchangeables. Elles sont maintenues en place par des frettes en acier entourant l'induit.

Le collecteur à courant continu est formé de secteurs en cuivre électrolytique isolés entre eux par des feuilles de micanite; la qualité de micanite a été soigneusement choisie, de manière à assurer une usure égale sur le cuivre et sur l'isolant. Les balais sont en charbon et en nombre suffisant sur chaque porte-balai pour pouvoir supporter, sans échauffement anormal, les fortes surcharges prévues.

Des pôles auxiliaires montés en série avec l'induit assurent, avec un calage invariable des balais, une commutation satisfaisante à toutes les charges et permettent les surcharges extrêmes, sans qu'il se produise d'étincelles nuisibles. Un shunt de réglage est monté en dérivation sur l'enroulement de ces pôles auxiliaires, et permet de régler l'intensité qui le traverse à la valeur la plus favorable.

Le collecteur à courant polyphasé est formé de 6 bagues en bronze reliées chacune à un point fixe de l'in-

Digitized by Google

duit; sur ces bagues frottent des balais feuilletés en cuivre.

L'ensemble de l'induit ainsi constitué est calé sur l'arbre au moyen de clavettes; l'arbre lui-même repose dans des paliers largement dimensionnés, avec graissage automatique à bagues.

L'inducteur, en acier coulé, porte 8 projections polaires principales, formées de paquets de tôles minces fixées à la culasse par de fortes vis, et 8 noyaux en acier coulé pour les pôles auxiliaires. Les bobines inductrices sont enroulées sur des carcasses en matière isolante, de façon à former un tout compact facilement amovible.

Les inducteurs portent un enroulement shunt et un enroulement série; le nombre de spires et les dimensions du cuivre de l'enroulement série sont choisis de manière que la tension de la machine, fonctionnant

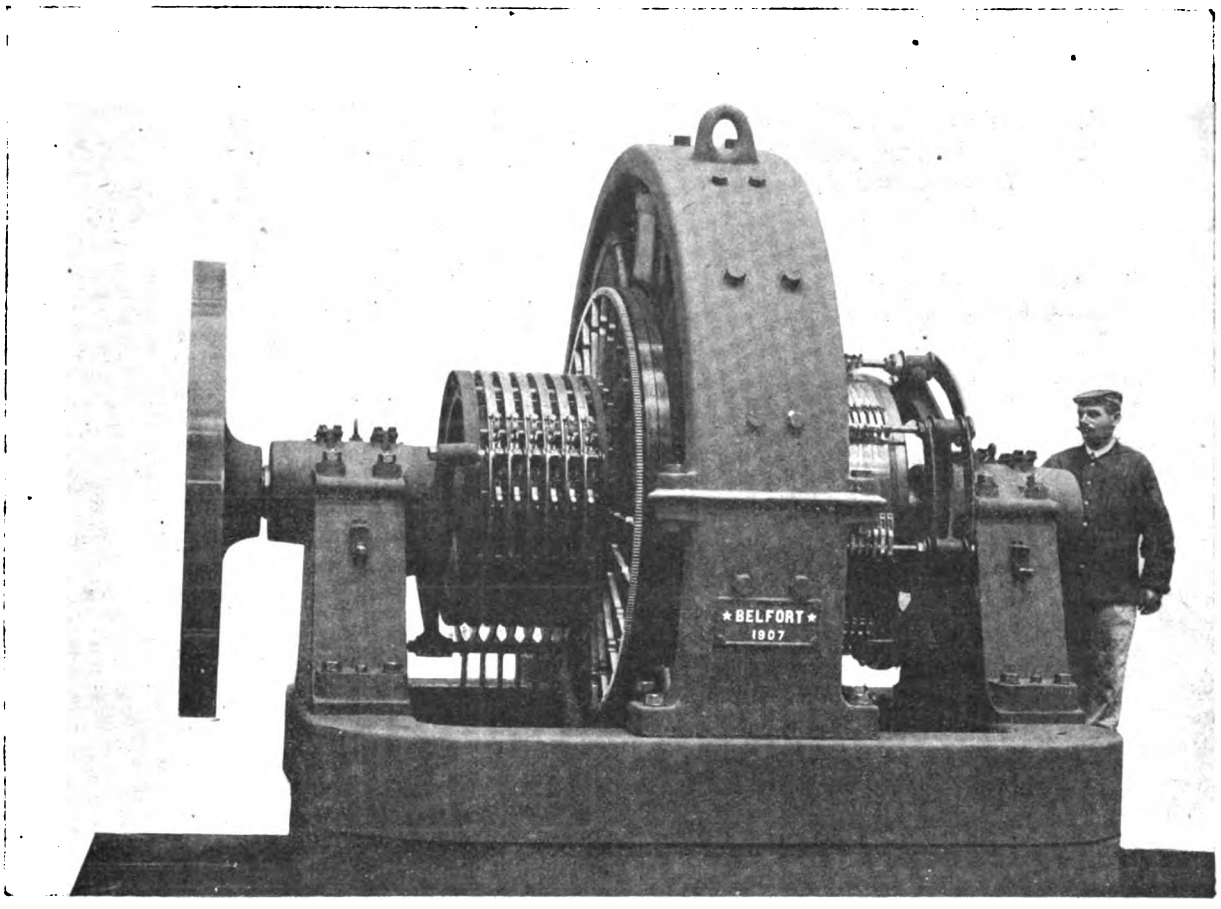



Fig. 4. — Dynamo dimorphique de 250 kw.

comme génératrice à courant continu, s'élève de 800 à 850 volts entre la marche à vide et la marche à pleine charge.

Ce groupe fait partie, avons-nous dit, de l'équipement d'une station centrale destinée à l'alimentation du chemin de fer électrique de Villefranche à Bourg-Madame, appartenant à la Compagnie des Chemins de fer du Midi. La station centrale comporte 4 groupes identiques, formés chacun d'une turbine, d'une génératrice et d'un transformateur statique, ce dernier donnant une tension secondaire de 20 000 volts. Une ligne de transport à haute tension alimente 5 sous-stations où sont installés des transformateurs-réducteurs et des commutatrices à excitation compound fournissant du courant continu à 800-850 volts pour l'alimentation du rail de contact. L'emploi de génératrices dimorphiques à la station centrale a dispensé de l'installation d'une sous-station, puisque ces génératrices peuvent aussi alimenter directement le rail de contact. La constance de la tension aux divers points d'alimentation de ce rail de contact, pour toutes les charges, est assurée par une combinaison convenable de l'excitation compound des commutatrices avec la self-induction des transformateurs et de la ligne de transport. On réalise ainsi une distribution fermée, particulièrement simple, et dont la Société Alsacienne s'est fait une spécialité pour les installations de traction. Rappelons en effet que l'alimentation de la ligne de tramways électriques, établie entre Aix et Marseille, est alimentée par des sous-stations recevant elles-mêmes le courant triphasé qui leur est nécessaire d'une usine centrale pourvue de groupes dimorphiques. L. C.

Digitized by Google

# ESSAIS D'UN ALTERNATEUR A FAIBLE TENSION

## POUR FOURS A CARBURE DE CALCIUM

*The Electrical Review* (1) donne communication d'essais effectués sur un alternateur à basse tension pour fours à carbure construit par MM. Mather et Platt sur les données de M. Franck Broadbent, ingénieur conseil. Cet alternateur aurait atteint aux essais un rendement de 95 pour 100.

Les principales données de construction étaient les suivantes : Débit normal = 8600 ampères sous 50 volts à la fréquence de 25 périodes par seconde, aucune partie accessible de la machine ne devant atteindre en marche continue de pleine charge normale une température supérieure de 75° à la température ambiante. — Surcharge possible en marche continue : 10 pour 100, sans que l'élévation de température puisse atteindre une valeur préjudiciable à la bonne conservation des isolants.

Le rendement demandé pour un facteur de puissance égal à l'unité, y compris les pertes dues à l'énergie absorbée pour l'excitation, les frottements, la ventilation et les pertes magnétiques étaient de 92 pour 100. Les constructeurs ne garantissaient que 90 pour 100 sans pénalités, mais disaient escompter 92 pour 100 et même plus.

Il était en outre spécifié que la self-induction de l'alternateur devrait être telle qu'il ne puisse résulter aucune perturbation en cas de court-circuit dans le four.

Comme il était impossible d'essayer la machine à pleine charge aux ateliers des constructeurs, il fut décidé entre ceux-ci et l'ingénieur-conseil qu'on procéderait aux essais suivants :

« L'alternateur actionné par courroie par un moteur séparé serait amené à sa vitesse de régime et excité pour donner sa tension normale. La puissance nécessaire pour le conduire dans ces conditions serait prise comme représentant les pertes dues au fer, aux frottements, à la ventilation, et à l'excitation, la machine étant excitée par son excitatrice. Le courant d'excitation donnant aux bornes la tension normale, l'alternateur tournant à vide comme il vient d'être spécifié, serait mesuré et porté verticalement; le courant d'excitation, l'alternateur débitant en court-circuit le courant normal, serait mesuré et porté horizontalement à partir d'une même origine. La résultante géométrique de ces deux courants serait prise comme représentant la valeur du courant d'excitation de l'alternateur travaillant à pleine charge sous tension normale et avec cos $\varphi = 1$.

« Aux pertes précédentes seraient ajoutées les pertes dans le cuivre du stator déterminées par une mesure de la résistance des enroulements du stator, la somme de ces pertes étant prise comme représentant les pertes totales de la machine à pleine charge.

« Deux essais détermineraient respectivement la caractéristique à vide et la caractéristique en court-circuit.

« Un essai de court-circuit serait effectué sur l'alternateur, pour vérifier s'il ne s'ensuit pas de perturbation et si l'alternateur donne toute sécurité à cet égard. »

Tableau I. — Caractéristique en court-circuit de l'alternateur

| VITESSE ANGULAIRE EN T : M. | DÉBIT DE L'ALTERNATEUR EN AMPÈRES. | EXCITATION DE L'ALTERNATEUR. | | EXCITATION DE L'EXCITATRICE. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Tension en volts. | Intensité en ampères. | Tension en volts. | Intensité en ampères. |
| 300 | 4 800 | 21 | 10,0 | 7,0 | » |
| 300 | 4 720 | 21 | 10,0 | » | » |
| 305 | 4 930 | 22 | 10,5 | » | » |
| 298 | 800 | 6 | 1,8 | » | » |
| 300 | 1 840 | 10 | 4,0 | 3,5 | » |
| 300 | 3 400 | 16 | 7,1 | 5,0 | » |
| 300 | 5 200 | 25 | 10,8 | 7,5 | » |
| 302 | 8 160 | 35,5 | 16,5 | » | » |
| 302 | 8 000 | 34 | 16,8 | » | » |
| 315 | 12 000 | 51 | 25,5 | 17,0 | 1,7 |

La construction de ces alternateurs basse tension conduisant à bobiner le stator en plusieurs circuits que l'on met en parallèle, il est par suite nécessaire que ces circuits développent la même tension instantanée et soient

Tableau II. — Caractéristique a circuit ouvert de l'alternateur

| VITESSE ANGULAIRE EN T : M. | TENSION DE L'ALTERNATEUR EN VOLTS. | TENSION DE L'ALTERNATEUR A 300 T : M. | EXCITATION DE L'ALTERNATEUR. | | EXCITATION DE L'EXCITATRICE. | | PUISSANCE ABSORBÉE PAR MOTEUR. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tension en volts. | Intensité en ampères. | Tension en volts. | Intensité en ampères. | Tension en volts. | Intensité absorbée en ampères. | Puissance en kilowatts. |
| 304 | 20 | 19,7 | 12,0 | 5,4 | 5,5 | » | 220 | 45 | 9,9 |
| 305 | 30 | 29,7 | 18,0 | 8,6 | 5,5 | » | 220 | 55 | 12,1 |
| 303 | 45 | 42,6 | 29,0 | 14,5 | 9,5 | » | 218 | 70 | 15,3 |
| 305 | 50 | 49,5 | 38,0 | 19,5 | 13,0 | 1,55 | 220 | 85 | 18,7 |
| 300 | 55 | 53,0 | 42,5 | 22,0 | 15,0 | 1,5 | 220 | 100 | 22,0 |
| 300 | 59,5 | 59,5 | 65,1 | 34,1 | 22,5 | 2,55 | 218 | 150 | 32,7 |
| 295 | 65 | 64,0 | 95,0 | 48,8 | 35,0 | 3,50 | 217 | 200 | 43,4 |
| 295 | 65 | 66,0 | 110,5 | 59,8 | 47,0 | 4,7 | 217 | 230 | 50,0 |
| 295 | 67 | 68,5 | 130,4 | 69,8 | 77,0 | 7,7 | 215 | 270 | 58,0 |

(1) N° 1575.

Digitized by Google

en concordance de phase, et qu'aucune distorsion du champ tournant ne vienne modifier ces conditions de fonctionnement. Avant de coupler les circuits en parallèle, ceux-ci furent donc soigneusement vérifiés : sur tous les enroulements, la tension était identique. — Pour

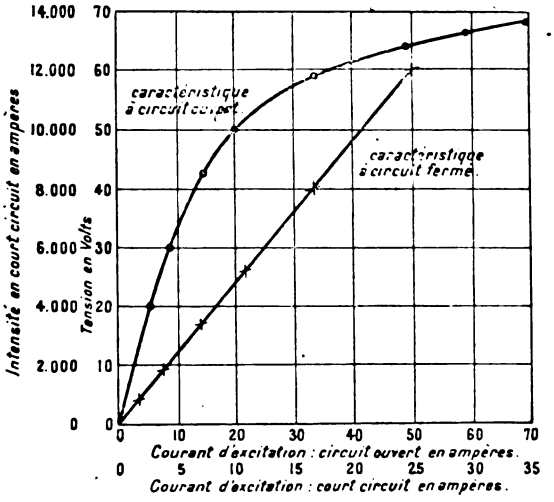



Fig. 1.

essayer les enroulements en vue de déterminer les différences de phase, on connecta les extrémités avec un fil de

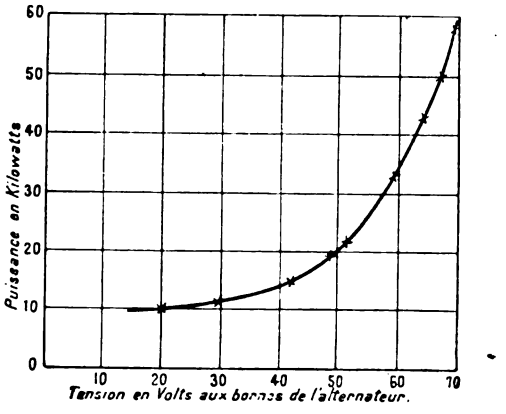



Fig. 2.

cuivre dont la fusion correspondait à un courant de 28 ampères. A pleine excitation, l'échauffement de ce

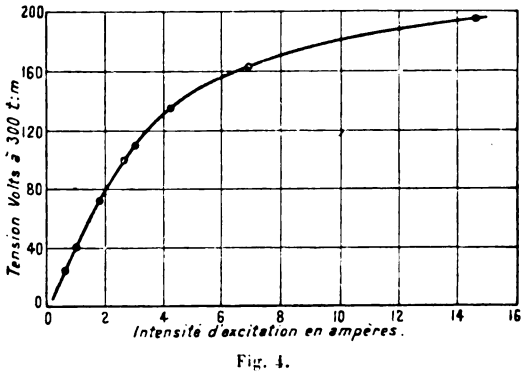



Fig. 4.

petit fil était à peine perceptible au toucher : le courant de circulation ne devait pas atteindre 15 ampères.

Le tableau I donne les chiffres des essais en court-circuit permettant de tracer la caractéristique de l'alternateur en court-circuit (fig. 1).

Le tableau II représente les résultats des essais à circuit ouvert dont la caractéristique est aussi tracée (fig. 2).

Le tableau III donne les résultats des essais de l'excitatrice à circuit ouvert dont la caractéristique est représentée (fig. 3).

*Résultats des essais effectués par M. F. Broadbent* sur un alternateur de 450 kw, 50 volts, 8600/9460 ampères, 25 périodes par seconde, 10 pôles, 500 t : m.

Tableau III. — Caractéristique a circuit ouvert de l'excitatrice a la vitesse angulaire de 500 t : m

| Tension en volts aux bornes de l'induit. | Intensité en ampères absorbés par l'excitation. |
|---|---|
| 11 | 0,22 |
| 25 | 0,60 |
| 42 | 1,10 |
| 70 | 1,80 |
| 97 | 2,56 |
| 108 | 2,95 |
| 154 | 4,15 |
| 162 | 6,9 |
| 196 | 14,8 |

La résistance du stator fut déterminée en mesurant chaque circuit en parallèle séparément et en prenant la moyenne.

Ces mesures de résistance ainsi que les mesures d'isolement sont consignées ci-dessous.

*Résistances des circuits. — Résistance d'isolement :*

| | Résistance des enroulements en ohms. | Résistance d'isolement en mégohms. | Tension d'essais en volts. |
|---|---|---|---|
| *Alternateur :* | | | |
| Stator (10 circuits en parallèle) | 0,0000675 | 0,8 | 1000 |
| Rotor (inducteur). . . . . | 1,76 | 0,75 | 1000 |
| *Excitatrice :* | | | |
| Enroulement de l'induit. . . . | 0,227 | 0,5 | 1000 |
| Enroulement de l'inducteur. . | 9,6 | 7,0 | 1000 |

Des essais à circuit ouvert et en court-circuit, on déduit comme suit la valeur du courant d'excitation à pleine charge normale :

Courant d'excitation pour 50 v, 0 a, 500 t : m, = 19,6 a.
Courant d'excitation pour 0 v, 8600 a, 500 t : m, = 18,0 a.
Courant d'excitation pour 50 v, 8600 a, 500 t : m, $\cos\varphi = 1$,

$$= \sqrt{(19,6)^2 + (18)^2} = 26,6 \text{ a.}$$

Ce chiffre donne presque exactement la valeur du courant d'excitation pour la marche à pleine charge normale avec facteur de puissance égal à l'unité. La tension à circuit ouvert avec un courant d'excitation de 26,6 ampères était de 56 volts, ce qui donne comme chute de tension de la marche à vide à la marche en pleine charge, environ 12 pour 100. Il n'était d'ailleurs pas imposé de faible chute de tension, cette condition

Digitized by Google

habituelle présentant au contraire quelque inconvénient en ce qui concerne les fours électriques.

Le rendement est calculé comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| Total des pertes à vide mesurées par la consommation du moteur, en kw | | + 19,50 |
| A déduire l'excitation à vide 59 v × 19 a (tableau II), en kw | 0,76 | − 4,26 |
| A déduire pertes dans le moteur et pertes dues au glissement (mesuré), en kw | 5,50 | |
| Pertes nettes dans le fer, en kw | | 15,24 |
| Pertes dans l'excitation à pleine charge 55,5 v × 26,6 a (tableau II), en kw | | 1,45 |
| Pertes dans le cuivre stator à pleine charge $(8600)^2 \times \times 0,0000675 \times 1,15$, en kw | | 5,75 |
| Pertes totales à pleine charge, en kw | | 22,42 |
| Puissance fournie à pleine charge, en kw | | 430,00 |
| Puissance absorbée à pleine charge, en kw | | 452,42 |

$$\text{Rendement } \frac{430}{452,42} = 95 \text{ pour } 100.$$

La durée des essais n'était pas assez longue pour vérifier les échauffements, et des mesures devaient être faites sur place. On nota cependant qu'après un essai de une heure et demie à 500 ampères, l'échauffement des enroulements était uniforme et à peine sensible au toucher.

G. Davy.

---

L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

PAR

## LAMPES A FILAMENT MÉTALLIQUE

Depuis assez longtemps déjà, nombre de cités anglaises s'attachent à employer, pour leur éclairage public, des lampes à filament métallique, concurremment aux becs de gaz à manchon, et plusieurs d'entre elles ont naguère communiqué à notre confrère *Electrical Engineering* (1) les résultats, en général fort satisfaisants, de leur expérience à cet égard. Telles les villes de Derby, Harrogate, Horsham, Bray, Kettering, Sutton, Coldfield, Cambuslang, Yarmouth, et plus récemment encore, Croydon (2) et Exeter (3).

Pour ces deux dernières, les résultats, communiqués par les ingénieurs municipaux, empruntent une particulière valeur, soit à une expérience relativement ancienne (Croydon), soit à une même expérience jointe à une ampleur d'application exceptionnelle (Exeter).

A Croydon, l'essai des lampes à filament métallique pour l'éclairage des rues remonte à plus de 18 mois. Dès février 1907, 44 postes d'éclairage étaient en service, puis, en septembre de la même année, 58 autres postes. Chaque poste comporte deux lampes 104 volts, 35 watts, en série sur la distribution de courant alternatif à 200-208 volts. Le nombre moyen d'heures d'éclairage obtenu par paire de lampes Osram, a été jusqu'ici de 1300 environ; mais si l'on tient compte des lampes en service, la moyenne de durée dépassera de beaucoup 1500 heures. (Notons que le chiffre de 1500 heures, pour la durée moyenne des lampes Osram, est celui qu'indiquèrent les diverses municipalités mentionnées plus haut.) On n'a pas observé, en cours de durée de ces lampes, une diminution appréciable de la puissance lumineuse. Outre des lampes Osram, on a installé, depuis janvier dernier, des lampes « Metalik », dont les résultats ont été satisfaisants; toutefois, l'expérience de celles-ci est encore trop courte pour permettre une juste comparaison entre les deux marques.

Une lampe Osram de 35 watts donne environ 28 bougies, soit une intensité lumineuse inférieure à celle du bec de gaz à manchon bien entretenu, comme c'est le cas à Croydon. Afin de lutter de plus près avec le gaz, on a installé dernièrement plusieurs lampes Osram 200 volts, 60 watts, mais celles-ci se sont montrées particulièrement impropres à une telle lutte, sans promettre d'ailleurs une durée moyenne de plus de 1500 heures.

Voici maintenant la dépense annuelle par poste d'éclairage, soit par paire de lampes 35 watts :

| | |
|---|---|
| 70 watts × 3800 heures, en nombre rond : 270 kw-h, au prix de 0,13 fr le kw-h | 35,20 fr. |
| Renouvellement de lampes (en moyenne une paire toutes les 1500 heures), 2,5 paires par an. | 11,90 |
| Total | 47,10 fr. |

Cette dépense est la même que pour l'éclairage au gaz.

Finalement, l'ingénieur électricien de la ville de Croydon, M. A. C. Cramb, estime qu'avec une seule lampe de 75 bougies par poste, il parviendrait, sans augmenter la dépense actuelle, à battre franchement le bec à manchon sous le rapport de l'intensité et de la beauté de l'éclairage. Reste à attendre l'apparition de ce type de lampe.

De son côté, la ville d'Exeter, qui se flatte à bon droit d'avoir été l'une des premières à adopter résolument, et sur une vaste échelle, les lampes Osram pour l'éclairage public, a fait part à notre confrère de notes très intéressantes de son ingénieur, M. H. D. Munro; nous en extrayons ce qui suit :

C'est au cours de l'automne et de l'hiver 1906 qu'il fut procédé, à Exeter, à l'installation de lampes Osram, sur quelque 20 km de rues sillonnées par les feeders de la distribution à 100 volts, lesdites lampes venant de se produire pour cette tension. Le total des lampes en service aujourd'hui est d'environ 500, dont 155 lampes de 110 watts placées, pour la plupart, sur les pylones des tramways; les autres lampes sont de 55 watts, toutes montées sur les appliques des anciens appareils à gaz. Mentionnons, en outre, l'installation d'un certain nombre de lampes Osram pour l'éclairage de quelques-unes des rues principales, après minuit, lors de l'extinction des lampes à arc.

A l'origine de ces essais, ne connaissant alors ni la

(1) *Electrical Engineering* du 21 mai, p. 767.
(2) Croydon (Comté de Surrey), 155 000 habitants (N. D. T.).
(3) Exeter (Comté de Devonshire), 58 000 habitants (N. D. T.)

Digitized by Google

durée des nouvelles lampes, ni même leurs moyens de production, on avait estimé leur dépense, non sans l'exagérer à dessein, à 10 ou 12 pour 100 au-dessus de celle du gaz local, avec manchons incandescents simples et doubles, et basse pression. Or, la durée des lampes a dépassé considérablement les prévisions, d'où réduction des frais de renouvellement et de service. En définitive, l'énergie n'est pas revenue, tout compris, à plus de 0,18 fr par kw-h, ce qui peut être considéré, certes, comme un chiffre très satisfaisant. Pour telles lampes, de vitalité exceptionnelle, la durée a dépassé 4000 heures, mais la durée moyenne, calculée sur 1400 lampes, a été d'environ 1200 heures, moyenne que l'on s'attend à obtenir beaucoup plus grande, par la suite, si la qualité actuelle des lampes est maintenue.

Somme toute, l'éclairage électrique des rues d'Exeter, en général, donne assez de satisfaction pour que la dépense supplémentaire s'en trouve largement compensée. Au moins égal à l'éclairage au gaz par incandescence, dans les rues ordinaires, il lui est de beaucoup supérieur dans les voies parcourues par les tramways et possédant, nous l'avons dit, des lampes plus intensives.

La conclusion, si particulièrement autorisée, de M. Munro est que, dans l'état actuel de la question des lampes à filaments métalliques, il n'est guère de localité de province, pourvue d'une distribution d'énergie électrique, qui ne puisse rivaliser, à dépense égale, avec l'incandescence au gaz, pour l'éclairage public. A. R.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séances des 24 août, 31 août, 7 septembre, 14 septembre 1908.*

Pas de communication présentant un caractère électrique.

*Séance du 21 septembre 1908.*

**Sur la thermo-électricité du cobalt.** — Note de M. H. Pécheux, transmise par M. J. Violle. — J'ai réalisé un couple cobalt-cuivre avec un fil prismatique de cobalt à peu près pur (carbone et silicium, 0,2 pour 100; traces de fer) et un fil cylindrique de cuivre électrolytique. Les soudures ont été faites au chalumeau et les deux fils parfaitement isolés à l'amiante. Ce couple était disposé, parallèlement à un couple pyrométrique platine-platine iridié, dans un tube de porcelaine de 15 mm de diamètre, chauffé horizontalement dans un four à gaz Mermet, les soudures des deux couples étant très voisines et séparées par une feuille d'amiante. Chaque couple était relié à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval; les précautions étaient prises pour éviter les forces électromotrices parasites.

J'ai soumis les couples à six expériences, à des intervalles de temps différents; chaque expérience durait 4 heures et était poussée jusqu'à 900°.

Les forces électromotrices du couple cobalt-cuivre étaient relevées de 40° en 40°, les températures étant fournies par le couple platine-platine iridié. Les chiffres obtenus au refroidissement, aussi lents que possible, ont seuls été conservés.

La courbe des forces électromotrices $E$ présente, à 550°, un point d'inflexion; sa concavité, de 20° à 550°, étant tournée vers l'axe des forces électromotrices. Il existe, dans cette courbe, trois régions distinctes :

La première, de 20° à 280°, se confond *très sensiblement* avec la parabole ($E'_0$ = force électromotrice thermo-électrique entre 0° et $t$°).

$$E'_0 = 20{,}51\,t + 0{,}027\,t^2, \qquad (1)$$

les écarts obtenus ne dépassant pas les erreurs possibles d'expérience.

La seconde, de 280° à 550°, dans laquelle la force électromotrice croît moins rapidement; elle se confond, mais de 340° à 550° seulement, avec la parabole

$$E'_0 = 24{,}75\,t + 0{,}0135\,t^2. \qquad (2)$$

La troisième, de 550° à 900°, se confond de 580° à 700° avec la parabole

$$E'_0 = -10{,}314 + 62{,}59\,t - 0{,}0217\,t^2. \qquad (3)$$

Il existe donc deux températures auxquelles le cobalt subit une transformation moléculaire, la première à 280°, la seconde à 550°.

De 900° à 1040°, c'est-à-dire jusqu'à la fusion de la soudure du couple, la force électromotrice cobalt-cuivre continue à varier paraboliquement.

*Séance du 28 septembre 1908.*

**Sur l'interrupteur de Wehnelt.** — Note de M. Paul Bary, transmise par M. d'Arsonval. — Quoique la découverte de Wehnelt remonte à 1899, il n'a pas encore été fourni de théorie complète du phénomène utilisé dans cet appareil. Il est bien certain aujourd'hui que l'électrolyse n'y joue qu'un rôle tout à fait secondaire, puisque la disposition employée par Simon, de l'étranglement du courant par un petit orifice, reporte l'action en dehors des électrodes, et que l'appareil de Caldwell fonctionne aussi bien avec le mercure comme conducteur qu'avec une solution électrolytique; l'étude des gaz dégagés à l'anode a d'ailleurs montré que leur composition n'était pas celle due à l'électrolyse. (J. Humphreys, Armagnat.)

M. Th. Simon a cherché à attribuer le phénomène à l'effet Joule produit au passage du courant, du fil de platine au liquide, et M. E. Klüpathy, à l'effet Peltier; parmi les différentes objections faites à ces théories, on peut remarquer que ni l'une ni l'autre n'explique le fonctionnement de l'interrupteur Caldwell dans le mercure.

Digitized by Google

L'étude des phénomènes de striction électromagnétique, que je poursuis depuis plusieurs années, m'a conduit, en ce qui concerne le phénomène de Wehnelt, à une explication que je crois satisfaisante, et qui, en tous cas, permet de prédéterminer l'influence des différentes variables : force électromotrice, résistance, self-induction, pression et température.

J'ai décrit (*Éclairage électrique*, 15 avril 1907) les mouvements qui se produisent au passage du courant de grande densité dans un conducteur liquide, mouvements dus à la pression que crée, au centre du conducteur, le passage même du courant; j'ai établi que cette pression $P$ était donnée par la relation

$$P = \frac{4I^2}{\pi d^2},$$

en appelant $I$ l'intensité du courant et $d$ le diamètre du conducteur supposé cylindrique. Dans un interrupteur à orifice, genre Simon, $d$ sera le diamètre de l'orifice.

On conçoit que, lorsque l'intensité $I$ du courant s'établit dans l'orifice, la pression, rapidement croissante, en refoule le liquide avec une vitesse trop grande pour qu'il soit instantanément remplacé par d'autre; il se forme alors une chambre de vapeurs et il y a interruption du courant avec étincelle; dès que le courant est nul, la chambre de vapeur disparaît, et le courant se rétablit et augmente jusqu'à ce qu'il ait atteint la valeur $I$ qui produit à nouveau la rupture.

En appelant $H$ la pression extérieure sur le liquide au niveau de l'orifice et $P$ sa tension de vapeur à la température de l'expérience, on peut poser, pour la valeur du courant $I$ qui produira l'interruption,

$$I = \frac{\pi d^2}{4a}(H - P),$$

$a$ étant une constante propre à l'appareil.

Or, le temps nécessaire pour que le courant $I$ atteigne sa valeur est donné par la formule connue

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{\frac{Rt}{L}}\right).$$

De ces deux relations on peut déduire la valeur de la fréquence $\omega$ de l'interrupteur, en supposant nul le temps pendant lequel se produit et dure la rupture. On a alors

$$\omega = \frac{R}{L}\,\frac{1}{L\left[\dfrac{E}{E - AR(H-P)}\right]},$$

où $R$, $L$, $E$ sont respectivement la résistance, le coefficient de self-induction et la force électromotrice du circuit et $A$ un coefficient.

En fait, le temps de rupture, supposé nul et que les courbes de Wehnelt et Donath montrent très petit, n'est réellement négligeable que pour les faibles valeurs de $\omega$; dans les autres cas, il y a lieu d'ajouter au temps $t$ (période d'établissement) un temps $t'$ (période de déplacement du liquide) qui est constant pour un appareil donné, à une température fixe.

Cette théorie, appliquée aux résultats d'expériences que j'ai publiés précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1889, p. 925), rend compte de toutes les observations faites. Elle explique également la conclusion, tirée par M. Blondel de ses expériences, d'après laquelle le fonctionnement de l'interrupteur peut être comparé à un bélier hydraulique ou à un pulsomètre.

---

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ
## DE MARSEILLE

---

## RÉCOMPENSES

---

### GROUPE I

### Transport et distribution de l'énergie.

(MATÉRIEL)

*Exposants hors concours.* — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Société française des Câbles électriques, système Berthoud-Borel et Cie, 11, chemin du Pré-Gaudry, Lyon. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (Brevets Thury), à Genève; L. Soguel et Cie, représentants à Marseille, 6, rue Papère. — MM. Geoffroy et Delore, 28 et 30, rue des Chasses, à Clichy (Seine). — La Canalisation électrique (anciens Établissements G. et H.-B. de la Mathe), 1, rue des Usines, à Saint-Maurice (Seine). — Grenoble-Électricité, à Grenoble. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Ateliers Thomson-Houston, 219, rue de Vaugirard, Paris. — Œrlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Société d'Électro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris. — M. P. Boucherot, 127, avenue de Paris, Rueil (Seine-et-Oise). — Société anonyme pour le Travail électrique des Métaux, 26, rue Laffitte, Paris. — Accumulateurs électriques Alfred Dinin, 2, quai National, Puteaux (Seine). — Fabrique d'Accumulateurs électriques A. Heinz et Cie, 27, rue Cavé, Levallois-Perret (Seine). — Société alsacienne de Constructions mécaniques; M. Georges Michel, représentant, à Marseille. — Société d'Électricité Alioth, 8, rue Pillet-Will, Paris. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — MM. L. Tissot et L. Raibaud, 25, rue de la République, Marseille. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — MM. A. Granoux et Cie, 17, boulevard d'Athènes, Marseille. — Compagnie méridionale d'Éclairage et de Force, 77, rue Paradis, Marseille. — Société des Ciments prompts et Portland artificiels, 24, avenue de la Gare, Grenoble. — Compagnie française des Accumulateurs électriques Union, 13, rue de Londres, Paris. — Ville de Grenoble, Service électrique municipal, 6, rue Hector-Berlioz, Grenoble. — Compagnie Électro-Mécanique (Mat. électr. Brown-Boveri), le Bourget (Seine); agence de Lyon, 68, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Compagnie d'Électricité de Marseille, 7, boulevard du Musée, Marseille. — Compagnie générale d'Électricité, 5, rue Boudreau, Paris. — Etablissements français Aubert-Grenier, Dijon; siège social : 3, rue du Havre, Paris. — Società italiana di Applicazione elettriche, à Turin (Italie).

Digitized by Google

*Rappel de Grand Prix.* — Compagnie générale d'Électricité de Creil, 59, rue Saint-Lazare, Paris.

*Grands prix.* — Anciens Établissements Parvillée frères et Cie, 56, rue de la Victoire, Paris. — Société générale des Condensateurs électriques, système Mosciki; G. Conti, concessionnaire pour la France, 85, rue des Amandiers, Paris. — MM. Pirelli et Cie, à Milan (Italie). — Porzellanfabrik Hermsdorf S. A., à Hermsdorf-Klosterlansnitz (Allemagne). — Société anonyme des Établissements Adt, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle); MM. Frymann et Sundt, représentants, à Marseille. — Société d'Appareillage électrique et industriel (Appareillage Gardy), 15, rue Caumartin, Paris et Genève (Suisse). — Tréfileries et Laminoirs du Havre, 20, rue de Londres, Paris. — Société de l'Accumulateur Tudor, 81, rue Saint-Lazare, Paris. — Société « l'Éclairage électrique », 364, rue Lecourbe, Paris. — Compagnie internationale d'Électricité, à Liége (Belgique); J. Ourse, ingénieur-représentant, 11, rue Jemmapes, Marseille. — MM. Vedovelli, Priestley et Cie, 160, rue Saint-Charles, Paris.

*Médailles d'or.* — MM. E. Maljournal et Bourron, 128, avenue Thiers, Lyon. — MM. Sprecher et Schuh, à Aarau (Suisse). — Société de Constructions électriques (ancienne Maison Fauris et Dukard), 67, rue Molière, Lyon. — Société d'Électricité Mors, 48, rue du Théâtre, Paris. — Compagnie générale de Travaux d'Éclairage et de Force (anciens Établissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris. — Laboratorio elettrotecnico, ingénieurs L. Magrini et Cie, Bergamo (Italie). — Società Officine Elettriche Bergamasche A. Fantini, Bergamo (Italie). — Porzellanfabrik Ph. Rosenthal et Cie, à Selb et Bayein (Allemagne). — Ingénieurs Marietti et Cie, via S. Quintino, 19, Turin (Italie). — MM. Himmelsbach frères, Rempartstrasse, 16, Fribourg (Grand-Duché de Bade). — Firma J. Himmelsbach, Friedrichstrasse, 28, Fribourg (Grand-Duché de Bade). — Société générale d'Installations de Lumière, de Chauffage et de Force, 49, rue de Provence, Paris. — M. Jean Jacquemard fils, La Ricamarie par Saint-Étienne (Loire). — Ingénieur G. Gola, 52, Corso Francia, Turin (Italie).

*Médailles d'argent.* — M. A. Soulier, ingénieur-constructeur à Arcueil (Seine). — MM. A. Lecoq, Martin et Cie, à Genève (Suisse). — Verrerie de Folembray (Société de Poilly de Brigode), à Folembray (Aisne). — MM. Charbonneaux et Cie, route de Cormontreuil, Reims (Marne). — Società Edison per la Fabbricazione di Macchine ed Apparecchi elettrici C. Grimaldi et Cie, Milano, via Broggi (Italie). — MM. E. Bertetti et Cie, Milano (Italie). — Società anonima Valsabbina Elettrotecnina, Vestone, Brescia (Italie).

*Médailles de bronze.* — M. P. Schrœder, Militarstrasse, 100, à Stuggart (Allemagne). — M. Henri Mouren, 8, rue Sainte, Marseille. — MM. Albanese et Reiss, ingénieurs, 85, rue Saint-Lazare, Paris.

### GROUPE I *bis* (a)

### Transport et distribution.

(GÉNÉRATION)

*Exposants hors concours.* — Société française des Câbles électriques, système Berthoud-Borel et Cie, 11, chemin du Pré-Gaudry, Lyon. — MM. Leflaive et Cie, La Chaléassière, Saint-Etienne (Loire). — MM. A. Giros et Loucheur, rue Miromesnil, 60, Paris. — Société des Grands Travaux de Marseille, 77, rue Paradis, Marseille. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (Brevets Thury), à Genève; L. Soguel et Cie, représentants à Marseille, 8, rue Papère. — MM. Neyret-Brenier et Cie, à Grenoble (Isère). — M. Medebielle, ingénieur, à Tarbes (Htes-Pyrénées). — Comptoir d'Électricité (Matériel électr. Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Compagnie électromécan. (Mat. électr. Brown-Boveri), le Bourget (Seine); agence de Lyon, 68, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — M. Fabius Henrion, à Nancy; F. Prax, représentant, à Marseille, 48, rue Fauchier. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort; M. Georges Michel, représentant à Marseille. — Société d'Électricité Alioth, 8, rue Pillet-Will, Paris. — Ateliers Thomson-Houston, 219, rue de Vaugirard, Paris. — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — M. Boucherot, 127, avenue de Paris, Rueil (Seine-et-Oise). — M. Georges Angst, ingénieur, 175, rue Paradis, Marseille. — Société des Ciments prompts et Portland artificiels, 24, avenue de la Gare, Grenoble. — M. Marius Jullien, 55, boulevard de la Major, Marseille. — MM. L. Tissot et L. Raibaud, 25, rue de la République, Marseille. — Maison Breguet (Société anonyme), 10, rue Didot, Paris.

*Grands prix.* — Société d'Exploitation des Appareils « Rateau », 20, rue d'Anjou, Paris. — Fonderies et Ateliers de la Courneuve (Chaudières Babcok et Wilcox), 6, rue Laferrière, Paris. — MM. Bouchayer et Viallet, 155, cours Berriat, Grenoble. — MM. J. Joya, père et fils et Cie, constructeurs, à Grenoble.

*Médailles d'or.* — MM. Sloan et Cie, 17, rue du Louvre, Paris. — Officine elettro-meccaniche, 838, Casella Postale, Genova (Italie). — Compagnie internationale d'Électricité, à Liége (Belgique); J. Ourse, ingénieur-représentant, 11, rue Jemmapes, Marseille. — Société anonyme des Anciens Établissements Millot, à Gray (Haute-Saône); A. Le Quiniou, représentant, 110, rue de l'Évêché, Marseille. — Société d'Électricité de la Méditerranée (F. Tennevin et Cie), 11, avenue du Prado, Marseille.

*Médailles d'argent.* — MM. G. et C. Dumont, constructeurs, à Pont-de-Saint-Uze (Drôme). — M. J. Izart, ingénieur-conseil, 4, avenue Sœur-Rosalie, Paris.

### GROUPE I *bis* (b)

### Transport et distribution.

SOCIÉTÉS ET ASSOCIATIONS

*Exposants hors concours.* — Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, 17, rue de la République, Lyon. — Énergie électrique du Centre, 69, rue Miromesnil, Paris. — Énergie électrique du Nord de la France, 69, rue Miromesnil, Paris. — Compagnie électrique de la Loire, 14, rue du Treuil, Saint-Étienne. — Société lyonnaise d'Applications électriques, 77, rue Paradis, Marseille. — Énergie électrique du Sud-Ouest, 92, rue de la Victoire, Paris. — Ville de Grenoble, Service électrique municipal, 6, rue Berlioz, Grenoble. — Énergie électrique du Littoral méditerranéen, 90, rue de la Victoire, Paris. — Sud électrique, 90, rue de la Victoire, Paris. — Société avignonnaise d'Électricité, 89, rue Joseph-Vernet, Avignon. — Société nimoise d'Éclairage et de Force motrice par l'Électricité, 15, rue Pavée, Nîmes. — Société hydro-électrique de Fures et Morge et Vizille, 54 *bis*, boulevard Gambetta, Grenoble. — Société grenobloise de Force et de Lumière, 57, rue Diderot, Grenoble. — Société des Forces motrices du Haut Grésivaudan, 2, place du Lycée, Grenoble. — Compagnie générale de Distribution d'Énergie électrique, 10, rue Mogador, Paris. — Compagnie d'Électricité de Montpellier, 40, rue de la Bourse, Lyon. — Société anonyme d'Éclairage de la ville de Toulon, 49, rue de la Bourse, Lyon. — Chambre syndicale des Forces hydrauliques de l'Électro-Chimie et des Industries qui s'y rattachent, 65, boulevard Hausmann, Paris. — Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, 27, rue Tronchet, Paris. — Société des Grands Travaux de Marseille, 77, rue Paradis, Marseille.

SECTION FRANÇAISE

*Grand prix.* — Société anonyme du Gaz et de l'Électricité, 21, avenue Notre-Dame, Nice.

Digitized by Google

*Médailles d'or.* — Société biterroise de Force et Lumière, 40, boulevard Gambetta, Grenoble. — Société des Forces du Fier, boulevard Decoux, Annecy. — Compagnie du Gaz de Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand.

*Médailles d'argent.* — Compagnie du Gaz et de l'Électricité de Fréjus et Saint-Raphaël, à Saint-Raphaël (Var).

SECTION ÉTRANGÈRE

*Grands prix.* — Ville de Gènes. — Ville de Turin, Azienda elettrica municipale. — Società generale italiane Edison di Elettricita, Milano (Italie). — Società anonima per Imprese elettriche Conti, Milano (Italie). — Società lombarda per Distribuzione di Energia elettrica, Milano (Italie). — Comité d'organisation du groupe Lombard.

*Médailles d'or.* — Società elettrica bresciana, Brescia (Italie). — Società italiana per l'Utilizzazione delle Forze idrauliche del Veneto, Venezzia (Italie).

*Médailles d'argent.* — Società generale elettrica dell'Adamello, Milano (Italie). — Società anonima Orobia, Lecco (Italie.) — Società anonima per le Forze idrauliche di Trezzo sull'Adda « Benigno Crespi », Milano (Italie). — Società varesina per Imprese elettriche, Varese (Italie).

GROUPE II

**Applications à l'industrie.**

*Exposants hors concours.* — Ministère de la Marine, Paris. — Ministère de la Guerre, Paris. — Ministère de l'Agriculture Paris. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Société d'Électricité Alioth, 8, rue Pillet-Will, Paris. — Compagnie électro-mécanique (Matérie électrique Brown-Boveri), le Bourget; Agence de Lyon, 68, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Grenoble-Électricité, Grenoble. — Société française des Procédés J.-L. Routin, 15, rue Émile-Zola, Lyon. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — M. Fabius Henrion, Nancy; M. F. Prax, représentant, à Marseille, 48, rue Fauchier. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (Brevets Thury), à Genève; L. Soguel et C^ie^, représentants, à Marseille, 6, rue Papère. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue Paradis, Paris. — M. P. Boucherot, 127, avenue de Paris, Rueil (Seine-et-Oise). — Ateliers Thomson-Houston, 219, rue de Vaugirard, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Société des Grands Travaux de Marseille, 77, rue Paradis, Marseille. — Ateliers Abel Pifre, 174-176, rue de Courcelles, Paris. — M. Marius Jullien, 55, boulevard de la Major, Marseille. — MM. L. Tissot et L. Raibaud, 25, rue de la République, Marseille. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — Westinghouse Electric Company Limited (Continental Branch), 4, rue Auber, Paris. — Maison Breguet (Société anonyme), 19, rue Didot, Paris. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort; M. G. Michel, représentant, à Marseille. — Compagnie électrique de la Loire, 14, rue du Treuil, Saint-Étienne. — MM. Leclanché et C^ie^, 158, rue Cardinet, Paris. — Le Carbone, 11 et 55, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). — Service électrique de la ville de Gènes (aqueduc de Ferrari-Galliera).

Le jury, en présence de l'impossibilité d'apprécier la valeur de certains appareils spéciaux n'ayant aucun caractère électrique propre et, par conséquent, d'établir une comparaison judicieuse des mérites relatifs des divers objets présentés, a décidé de répartir les récompenses attribuées en deux catégories :

La première (A) se référant aux appareils mécaniques divers ou applications combinées spécialement en vue de l'adaptation du moteur et de l'appareillage électrique.

La deuxième (B) relative à toutes les autres applications, telles que celles où le moteur électrique, sans autre modification, pourrait être remplacé par tout autre, ou celles faites par des industriels dans leurs établissements.

Ci-après, le détail de ces deux catégories :

CATÉGORIE A

*Grands prix.* — Compagnie générale d'Électricité de Creil, 59, rue Saint-Lazare, Paris. — Société L'Éclairage électrique, 364, rue Lecourbe, Paris. — Société d'Exploitation des Appareils Rateau, 20, rue d'Anjou, Paris. — MM. Weise et Monski, ingénieurs-constructeurs, 56, rue Lafayette, Paris.

*Médailles d'or.* — Compagnie internationale d'Électricité, Liége (Belgique); J. Ourse, ingénieur-représentant, 11, rue Jemmapes, Marseille. — M. Richard Heller, 18 et 20, Cité Trévise, Paris.

*Médailles d'argent.* — M. L. Boudreaux, 8, rue Hautefeuille, Paris. — La Lutèce électrique, 9, rue Buffault, Paris. — MM. Sprecher et Schuh, Aarau (Suisse).

*Médailles de bronze.* — MM. E. H. Cadiot et C^ie^, 12, rue Saint-Georges, Paris. — MM. G. Meidinger et C^ie^, Bâle (Suisse).

CATÉGORIE B

*Grands prix.* — MM. Daverio, Henrici et C^ie^, 93, boulevard de Paris, Marseille. — Compagnie des Messageries maritimes, 2, quai de la Joliette, Marseille.

*Médailles d'or.* — M. Ernst Schiess, Société anonyme, Ateliers de Construction de Machines-Outils, Dusseldorf (Allemagne). — Société française des Machines-Outils, 3, rue Arsène-Houssaye, Paris. — M. J.-B. Soiron, ingénieur-mécanicien, 65, rue de la Rotonde, Marseille.

*Médailles d'argent.* — M. Henri Mouren, 8, rue Sainte, Marseille. — Société d'Électricité de la Méditerranée (F. Tennevin et C^ie^), 51, avenue du Prado, Marseille.

*Médailles de bronze.* — MM. Rey et Tremblay, Montpellier.

*Mentions honorables.* — Société de Travaux de Ports et d'Entreprises maritimes (J.-B. Rubaudo et C^ie^), 78, rue de la République, Marseille.

GROUPE III

**Industrie domestique.**

*Exposants hors concours.* — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Grenoble-Électricité, à Grenoble. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (brevets Thury), à Genève (Suisse); L. Soguel et C^ie^, représentants à Marseille, 6, rue Papère. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille.

*Grands prix.* — M. Léon Paulet, fils, 51, rue des Dominicaines, et 1, rue de l'Éclipse, Marseille.

*Médailles d'or.* — Compagnie générale d'Électricité de Creil, 59, rue Saint-Lazare, Paris. — M. A. Millou, constructeur, 17 et 19, rue de Crimée, Marseille. — Société « L'Éclairage électrique », 304, rue Lecourbe, Paris. — M. Alcide Brun, 11 *a*, rue de l'Académie, Marseille. — MM. Rey et Tremblay, à Montpellier (Hérault). — Société anonyme des Anciens Établissements Millot, à Gray (Haute-Saône); M. A. Le Quiniou, représentant, 119, rue de l'Évêché, Marseille.

*Mentions honorables.* — M^me^ Eugénie Bério, 11, boulevard des Arènes, Marseille.

GROUPE IV

**Usages domestiques.**

*Exposants hors concours.* — Société industrielle des Télé-

Digitized by Google

phones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — M. Fabius Henrion, à Nancy; F. Prax, représentant, à Marseille, 48, rue Fauchier. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — MM. A. Granoux et Cie, 17, boulevard d'Athènes, Marseille. — MM. L. Tissot et L. Ribaud, 25, rue de la République, Marseille. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — Compagnie d'Électricité de Marseille, 7, boulevard du Musée, Marseille. — Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille, 17, rue Montgrand, Marseille. — Compagnie méridionale d'Éclairage et de Force, 77, rue Paradis, Marseille. — Compagnie électro-mécanique (Matériel électr. Brown-Boveri), le Bourget (Seine); agence de Lyon, 68, rue de l'Hôtel-de-Ville.

*Grand prix.* — Société des Établissements Singrün, à Épinal (Vosges).

*Médailles d'or.* — MM. A. Roussel et Rebufat, 9, rue de la Darse, Marseille. — M. Oudin, 18, rue de la Darse, Marseille. — M. Franz R. Conrad, S. O., Glogauestrasse, 19, Berlin (Allemagne). — Manufacture d'Appareils de Chauffage électrique système « Therma », à Schiffanden (Suisse). — Anciens Établissements Parvillée frères et Cie, 56, rue de la Victoire, Paris. — M. Jules Mongin fils, 25 et 27, rue Grignan, Marseille. — MM. Stransky frères, 20, rue de Paradis, Paris. — Compagnie générale d'Électricité de Creil, 59, rue Saint-Lazare, Paris. — La Phocéenne, 25, rue de la Palud, Marseille. — MM. Weise et Monski, ingénieurs-constructeurs, 56, rue Lafayette, Paris. — M. Ch. Soudinger, 25, rue d'Hauteville, Paris.

*Médailles d'argent.* — Continental Electric Co, 122, rue de Rome, Marseille. — M. Camille Herrgott, ingénieur, La Sablière, au Valdoie (Territoire de Belfort).

GROUPE V

## Éclairage.

*Exposants hors concours.* — Ministère des Travaux Publics, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — MM. Geoffroy et Delore, 28 et 30, rue des Chasses, Clichy (Seine). — Grenoble-Électricité, à Grenoble. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — M. Fabius Henrion, à Nancy; F. Prax, représentant, à Marseille, 48, rue Fauchier. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Ateliers Thomson-Houston, 219, rue de Vaugirard, Paris. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort; M. Georges Michel, représentant, à Marseille. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — M. L. Bardon, ingénieur-constructeur, électricien, 61, boulevard National, Clichy (Seine). — MM. L. Tissot et L. Raibaud, 25, rue de la République, Marseille. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — Compagnie générale d'Électricité, 5, rue Boudreau, Paris. — Compagnie d'Électricité de Marseille, 7, boulevard du Musée, Marseille. — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — MM. A. Granoux et Cie, 17, boulevard d'Athènes, Marseille. — Compagnie méridionale d'Éclairage et de Force, 77, rue Paradis, Marseille. — Westinghouse Electric Company Limited (Continental Branch), 4, rue Auber, Paris. — Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille, 57, rue Montgrand, Marseille. — Établissements français Aubert-Grenier, Dijon; siège social : 3, rue du Havre, Paris.

*Grands Prix.* — Société Lacarrière, 55, rue de Châteaudun, Paris. — Société anonyme des Etablissements Paz et Silva, 55, rue Sainte-Anne, Paris. — Compagnie générale de Travaux d'Éclairage et de Force (anciens Établissements Clémençon), 25, rue Lamartine, Paris. — Société française d'Incandescence par le Gaz (système Auer), 10 et 21, rue Saint-Fargeau, Paris.

*Médailles d'or.* — Société de Constructions électriques (ancienne Maison Fauris et Dukard), 67, rue Molière, Lyon. — MM. E. Maljournal et Bourron, 128, avenue Thiers, Lyon. — La Lutèce électrique, 9, rue Buffault, Paris. — M. Richard Heller, 10 et 20, cité Trévise, Paris. — MM. A. Roussel et Rebufat, 9, rue de la Darse, Marseille. — Regina Bogenlampen Fabrik A. G., Koln-Sulz (Allemagne). — Société d'Appareillage électrique et industriel (Appareillage Gardys), 15, rue Caumartin, Paris et Genève (Suisse). — Société générale d'Illuminations, 55, rue Sainte-Anne, Paris. — MM Henri Buau et Cie, 220, rue Saint-Denis, Paris. — Société anonyme des Etablissements métallurgiques A. Durenne, 26, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris. — Compagnie française de Charbons pour l'électricité, avenue Jules-Quentin, Nanterre (Seine). — Fonderies et ateliers de construction de Tusey, près Vaucouleurs (Meuse). — MM. Vedovelli, Priestley et Cie, 100, rue Saint-Charles, Paris. — Société d'électricité de la Méditerranée, F. Tennevin et Cie, 51, avenue du Prado, Marseille. — M. Frauenlob, G. W., 4, Hochtplatz, Zurich (Suisse).

*Médailles d'argent.* — Compagnie générale d'Électricité de Creil, 50, rue Saint-Lazare, Paris. — Società Edison per la Fabbricazione delle Lampade, Ing. C. Clerice et C., Milano, via Broggi (Italie). — Porzellanfabrik Ph. Rosenthal et Cie, à Selb i. Bayern (Allemagne). — Società Officine elettriche Bergamasche A. Fantini, Bergamo (Italie).

*Médailles de bronze.* — MM. J. Joya père et fils et Cie, constructeurs, à Grenoble. — Società elettrica Bresciana, Brescia (Italie). — Gebruder Schneider, Hachenburg (Nassau), (Allemagne). — Etablissements Gallois, 104, rue de Maubeuge, Paris. — M. Gustave Ouvière, photographe, 3 et 5, rue de la Darse, Marseille. — M. Oudin, 18, rue de la Darse, Marseille.

*Mentions honorables.* — M. A. Mouren, 30, rue de l'Arsenal, Marseille. — M. Paul de Jarny, 34, boulevard de Clichy, Paris. — Docteur Max Lévy, Mullerstrasse, 30, Berlin (Allemagne). — Société anonyme des Ateliers de Mécanique de précision de Territet, à Territet (Suisse).

GROUPE VI

## Chauffage et ventilation.

*Exposants hors concours.* — Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort; M. G. Michel, représentant, à Marseille. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — M. E. Farcot, fils, 165, avenue de Paris, Plaine-Saint-Denis (Seine). — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue Paradis, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 54, rue Paradis, Marseille. — Compagnie d'Électricité de Marseille, 7, boulevard du Musée, Marseille. — Compagnie méridionale d'Éclairage et de Force, 77, rue Paradis, Marseille. — MM. Leflaive et Cie, La Chaleassière, par Saint-Étienne (Loire). — Westinghouse Electric Company Limited (Continental Branch), 4, rue Auber, Paris.

*Médailles d'or.* — M. Le Roy, ingénieur, 45, rue de Boulainvilliers, Paris.

*Médailles d'argent.* — Société de Constructions électriques (ancienne Maison Fauris et Dukard), 67, rue Molière (Lyon). — Anciens Établissements Parvillée frères et Cie, 56, rue de la Victoire, Paris. — Officina già Guzzi et Ravizza di ing. Giampiero Clerici et Co, Milano, via Pergolese (Italie). — MM. G. Meidenger et Cie, Bâle (Suisse).

*Médailles de bronze.* — Continental Electric Co (de Klapka et Bideau), 122, rue de Rome, Marseille. — M. Henri Mouren,

Digitized by Google

8, rue Sainte, Marseille. — M. Jules Mongin fils, 25 et 27, rue Grignan, Marseille.

GROUPE VII

**Levage et manutention.**

*Exposants hors concours.* — Ascenseurs Roux-Combaluzier (Vernes, Guibet, Sigros et C^ie^), 22, rue de Passy, Paris. — Ateliers Abel Pifre, 174-176, rue de Courcelles, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Grenoble-Electricité, Grenoble. — MM. Leflaire et C^ie^, la Chaleassière par Saint-Étienne (Loire). — Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort; M. G. Michel, représentant, à Marseille. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Société d'électricité Alioth, 6, rue Pillet-Will, Paris. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue Paradis, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — M. Ch. Stigler, ingénieur-constructeur, 11, rue du Havre, Paris.

*Grands Prix.* — Hillairet-Huguet, 22, rue Vicq-d'Azir, Paris. — MM. Stapfer de Duclos et C^ie^, constructeurs, 42, boulevard Maritime, Marseille. — M. F. Arnédin, ingénieur-constructeur, Châteauneuf-sur-Loire (Loire). — Compagnie des Messageries maritimes, 2, quai de la Joliette, Marseille. — Consorzio autonomo del Porte Genova (Administration autonome du port de Gênes). — Société de Construction et de Location d'Appareils de Levage et de Matériel de Travaux publics, 62, rue Vitruve, Paris.

*Médailles d'or.* — MM. J. Lecoq et Mathieu, ingénieurs-constructeurs, 52, boulevard des Dames, Marseille. — Officine elettro-meccaniche, 858, Casella postale, Genova (Italie). — Société des Travaux de Ports et d'Entreprises maritimes (J.-B. Rubaudo et Compagnie), 78, rue de la République, Marseille. — Société des Ateliers Terrin, 40, boulevard Maritime, Marseille. — Société commerciale de Port-Saint-Louis-du-Rhône, 65, rue Taitbout, Paris; Agence de Marseille, 1, place Sadi-Carnot.

*Médailles d'argent.* — M. E. Gibert, constructeur, 168, boulevard de Charonne, Paris. — M. B. Hervieu, ingénieur-constructeur, 11, rue du Sergent-Baudiat, Paris.

*Médailles de bronze.* — MM. Jay et Jalliffier, Grenoble. — MM. J. Joya père et fils et C^ie^, constructeurs, Grenoble.

GROUPE VIII

**Mines et carrières.**

*Exposants hors concours.* — Ateliers Abel Pifre, 174-176, rue de Courcelles, Paris. — M. E. Farcot fils, 103, avenue de Paris, Plaine-St-Denis (Seine). — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort; M. G. Michel, représentant, à Marseille. — Comptoir d'Electricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris.

*Grands Prix.* — Société d'Exploitation des Appareils Rateau, 20, rue d'Anjou, Paris. — Société nouvelle des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, 4, place Sadi-Carnot, Marseille. — MM. Weise et Monski, ingénieurs-constructeurs, 56, rue La-Fayette, Paris.

*Médailles d'argent.* — Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs, 9, rue Pétrelle, Paris. — Cory Brothers and C^o^, 19, rue de la République, Marseille. — Société des Ateliers Terrin, 40, boulevard Maritime, Marseille. — Société de Construction et de Location d'Appareils de Levage et de Matériel de Travaux publics, 52, rue Vitruve, Paris.

GROUPE IX

**Traction.**

*Exposants hors concours.* — Compagnie des Tramways de l'Est Parisien, rue Floréal, aux Lilas (Seine). — Compagnie générale française de Tramways, 20, rue de Londres, Paris. — Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral, 62, rue de Londres, Paris. — L'Électrique Lille-Roubaix-Tourcoing, 4, Chambre des Comptes, Lille. — Chantiers et Ateliers de Provence, 40, chemin de la Madrague, Marseille. — Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare, Paris. — Westinghouse Electric Company Limited (Continental Branch), 4, rue Auber, Paris. — Chemin de fer de l'État italien, Service de la Traction électrique. — Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris, 75, boulevard Haussmann, Paris. — Société suisse pour la Construction de Locomotives et de Machines, Winterthur (Suisse). — Société française du Métal Anti-Friction « Glacier », 22, rue de Londres, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — Société d'Électricité Alioth, 8, rue Pillet-Will, Paris. — Compagnie électro-mécanique (Matériel électrique Brown-Boveri), Le Bourget (Seine); Agence de Lyon: 68, rue de l'Hôtel-de-Ville: — Società italiana di Applicazione elettriche, Turin (Italie). — Compagnie du Chemin de fer du Nord, 18 et 20, rue de Dunkerque, Paris. — Société des Ciments prompts et Portland artificiels, 24, avenue de la Gare, Grenoble. — Ateliers Thomson-Houston, 219, rue de Vaugirard, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Fabrique d'accumulateurs électriques. A. Heinz et C^ie^, 27, rue Cavé, Levallois-Perret (Seine). — Accumulateurs électriques « Alfred Dinin », 2, quai National, Puteaux (Seine). — Compagnie française des Accumulateurs électriques « Union », 15, rue de Londres, Paris. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique (brevets Thury), à Genève; L. Soguel et C^ie^, représentants à Marseille, 6, rue Papère. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Société française d'Électricité A. E. G., 42, rue de Paradis, Paris. — M. Mébebielle, ingénieur, à Tarbes (Hautes-Pyrénées). — Société d'Électro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris. — M. Georges Angst, ingénieur, 175, rue Paradis, Marseille. — Compagnie générale d'Électricité, 5, rue Boudreau, Paris. — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — Tecnomasio Italiano Brown-Boveri, Gadda et C. Consociata, Milan (Italie). — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Mongolfier, Paris. — Compagnie du Chemin de Fer de Martigny au Châtelard, 6, rue de Hollande, Genève (Suisse). — M. Emmanuel-Louis Rouquier, ingénieur E. C. P., à Grasse (Alpes-Maritimes).

*(A suivre.)*

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. — E. S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

587 782. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Procédé de fabrication de filaments de tungstène* (14 mai 1907).

587 942. — **Planchon.** — *Filaments et baguettes pour lampes électriques* (18 mai 1907).

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

62 999. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 405. 10 Novembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — La Commission électrotechnique internationale. — Turbines à vapeur de grande puissance. — Un turbo-générateur de 600 kw. — Accidents dans les stations centrales anglaises. — Règlement allemand concernant l'hygiène des fabriques d'accumulateurs. — Usine hydraulico-électrique d'El Corchado. — Prix de l'énergie électrique en Angleterre. — Influence des variations de tension sur l'éclairement des lampes à incandescence. — — Statistique des télégraphes et téléphones en Allemagne. 525

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Encausse, Tours. Vernet-les-Bains . . . . . 528

LA STATION CENTRALE DE WASQUEHAL DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU NORD DE LA FRANCE. **A. Soulier**. . . . . 529

MÉTHODE GRAPHIQUE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÉNERGIE NÉCESSAIRE A LA TRACTION. **E. L.**. . . . . 534

RAFFINAGE ET EXTRACTION ÉLECTROLYTIQUE DU CUIVRE. **Henry**. . . 535

LE TRANSFORMATEUR DE FRÉQUENCE. **F. L.** . . . . . 537

SUR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS. **A. Bainville**. . . . . 539

FOUR MIXTE ROCHLING-RODENHAUSER POUR LA SIDÉRURGIE. **Henry** . . 540

PROCÉDÉ SIMPLE POUR LA MESURE DE LA RÉSISTANCE DES ÉLECTROLYTES. **A. Soulier**. . . . . 542

RECTIFICATIONS A LA STATISTIQUE DES STATIONS CENTRALES. . . . . 543

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 5 octobre* 1908. . . . . 544

*Séance du 12 octobre* 1908. . . . . 544

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 4 novembre* 1908. — Rapport sur la Commission électrotechnique internationale, par M. **David**. — Appareils et machines à courant et mouvement alternatifs, par M. **Boucherot**. . 544

JURISPRUDENCE. — Sur la responsabilité des écoles techniques en cas d'accidents aux élèves. **Ad. Carpentier** . . . . . 540

BIBLIOGRAPHIE. — La Télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde, par **E. Monier**. — L'Électricité chez soi, par **O. Bourbeau**. — Étude du retour par la terre des courants industriels. — Génératrices électriques à courant continu, par **Achard**. . . . . 547

BREVETS D'INVENTION. . . . . 548

## INFORMATIONS

**La Commission électrotechnique internationale.** — La réunion de cette Commission s'est tenue tout récemment à Londres, dans le Medical Hall, situé sur Victoria Embankment.

Cette assemblée a eu un caractère solennel qui n'échappera à personne puisqu'elle a été ouverte par l'ancien premier ministre anglais M. J. Balfour. D'ailleurs tous les gouvernements n'avaient pas voulu être en reste et ils avaient envoyé les délégués de leurs comités respectifs, citons :

*Canada*, M. Higman ; — *Danemark*, MM. Faber et Absalon Larsen ; — *Allemagne*, MM. Budde et Dettmar ; — *Grande-Bretagne*, Sir John Gavey et M. Silvanus Thompson ; — *Hongrie*, M. Vater ; — *Japon*, Dr Osuke Asano et M. Shigeru Kondo ; — *Mexique*, Général don José Maria Perez et M. Alfonso Castello ; — *Russie*, M. de Châtelain ; — *Afrique du Sud*, M. Lee Murray ; — *Espagne*, le délégué du comité espagnol ; — *Suède*, M. Svante Arrhénius ; — *États-Unis*, M. Elihu Thomson. Enfin la *France* avait délégué M. Boucherot, président de la Société internationale des électriciens, et M. David, chef de travaux au Laboratoire central d'Électricité.

D'autres membres étaient spécialement envoyés par les gouvernements de Belgique, Australie, Brésil, République Argentine, etc.

Après avoir souhaité la bienvenue aux délégués dans un très éloquent discours, M. Balfour a demandé à l'assemblée de nommer son président : M. le Professeur Elihu Thomson a été élu par acclamation. De très importantes questions ont été traitées, mentionnons en particulier le bon accueil qui a été fait aux propositions françaises relatives aux étalons lumineux ainsi qu'à d'autres sujets non moins importants.

Organisée avec un art et une méthode que l'on ne retrouve que chez nos voisins, cette réunion, à part les séances consacrées aux discussions techniques, comportait des réceptions et des excursions. Un banquet clôturait ce congrès, auquel étaient invitées les sommités du monde officiel anglais. Nous sommes heureux, à ce sujet, de signaler à nos lecteurs les honneurs dont furent l'objet les délégués français ; en particulier M. Boucherot, président de la Société des Électriciens, avait été placé au centre de la table d'honneur aux côtés des plus hauts personnages anglais ; cette marque d'estime a été vivement appréciée et sera sensible à tous les ingénieurs-électriciens. Plusieurs discours fort applaudis, parmi lesquels un de M. Boucherot, ont terminé cette fête.

L'appui qu'avait prêté le gouvernement anglais à cette réunion montre mieux que tout commentaire toute l'importance qu'on doit lui reconnaître. A. S.

**Influence du dépolissage des ampoules des lampes à incandescence.** — (*The Electrician* de Londres, 21 février



Digitized by Google

1908.) — MM. Hyde et Cady ont étudié l'influence du dépolissage des ampoules au point de vue de l'absorption de la répartition de la lumière et ainsi que de la durée de vie du filament. Les essais ont porté sur des lots de 25 lampes de 16 bougies à 110 v, de six types différents; on les photométrait avant et après dépolissage. Les expérimentateurs ont constaté que la lumière absorbée variait de 3,8 à 7,5 pour 100, et que les ampoules dépolies au jet de sable donnaient lieu aux pertes les plus élevées. Le dépolissage donne une meilleure répartition de la lumière; celle-ci dépend de la forme de l'ampoule et de celle du filament. En général, on peut dire que l'intensité lumineuse sphérique moyenne est plus diminuée par le dépolissage que l'intensité moyenne horizontale. La durée utile des lampes à filament de charbon est diminuée par le dépolissage, car le dépôt de carbone à l'intérieur de l'ampoule est augmenté.

D'après les résultats des essais, les ampoules de lampes neuves sont à une température de 37°C supérieure à la température ambiante; cette différence de température est augmentée de 9° environ par le dépolissage. Si les lampes ont fonctionné les 83 pour 100 de leur durée totale, l'élévation de température de celles dépolies n'est que de 3°C supérieure à celle des lampes ordinaires; si, par contre, on dépolit une vieille lampe, sa différence de température avec l'air ambiant augmente de 15°C.

Le dépolissage des lampes à filaments métalliques n'a aucune influence sur leur durée de vie. F. L.

**Turbine à vapeur de grande puissance.** — Ainsi que l'annonce la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* du 8 août, la maison Franco Tosi, de Legano (dont les machines ont été si remarquées à l'Exposition de 1900), vient de fournir, à une installation à Buenos-Ayres, une turbine à vapeur d'une puissance normale de 9000 poncelets pouvant développer 10 650 poncelets pendant deux heures. La pression de la vapeur est de 12 kg : cm², la température de la vapeur surchauffée de 300°, la vitesse angulaire de 750 t : m. Cette turbine est couplée directement avec une génératrice triphasée Brown-Boveri donnant du courant de fréquence 25. L'ensemble de la turbine, du condenseur et du générateur pèse 365 tonnes. Chaque moitié de la cage de la turbine pèse 50 tonnes. La turbine à vapeur du système Parsons est munie d'un piston destiné à contrebalancer la pression axiale, du système Fullagur. F. L.

**Un turbo-générateur de 6000 kw pour l'usine de Manchester.** — (*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 26 juillet.) — On a dernièrement installé dans la centrale de Stuart-Street, à Manchester, le plus grand turbo-générateur construit jusqu'ici en Angleterre, du type Parsons Willians. La turbine a vapeur a une vitesse angulaire de 1000 t : m; la pression de la vapeur à l'admission est de 14 kg : cm²; la surchauffe de 60°; le vide de 67,5 cm de mercure; la consommation garantie de vapeur est de 7,2 kg par kw-h. Le condenseur à surface est muni d'une pompe de circulation de 185 poncelets mue électriquement. L'alternateur tripolaire donne à la fréquence 50 un courant de 6000 A à 6500 v, et a un facteur de puissance de 0,85 à pleine charge. Il peut être surchargé de 50 pour 100 pendant 15 minutes sans que l'élévation de température dépasse 45°. L'ensemble de la turbine et de la génératrice a une longueur de 13,9 m, et pèse 158,5 tonnes. L'alternateur est refroidi au moyen d'un ventilateur Sivokko, avec moteur de 18 poncelets, qui envoie par minute 750 cm³ d'air à travers le stator et le rotor. F. L.

**Accidents dans les stations centrales anglaises.** — M. G. S. Rahm, inspecteur du travail, a publié un rapport très détaillé sur les accidents survenus l'année dernière dans les centrales anglaises, dont l'*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 20 septembre extrait ce qui suit :

Il y a eu 253 accidents (dont 7 mortels) dus à des causes non électriques, pompes, chaudières, transporteurs de charbon, etc.

Il y a eu 50 cas de brûlures directes par le courant (dont 2 mortelles) à des tableaux de distribution; il y a accroissement par rapport à l'année dernière.

Une série d'accidents sont dus à du courant alternatif à tension relativement basse (200 v entre fils et la terre). Dans le courant des six dernières années, il y a eu 3 accidents mortels dus au courant continu, 22 à du courant alternatif à 250 v, et 11 à du courant triphasé à 440 v. Un accident mortel se produisit lors de l'arrêt d'un moteur triphasé. D'autres accidents sont causés par des lampes portatives. Dans celles-ci, on doit éviter que le support de la lampe ne puisse venir en contact avec la poignée, et à ce que les fils souples ne traversent pas la poignée dans un tube de bronze, comme cela se fait ordinairement. Dans une lampe proposée par M. Rahm, la poignée et le support sont en bois, et il ne peut y avoir aucun contact métallique. F. L.

**Règlement allemand concernant l'hygiène des fabriques d'accumulateurs.** — L'administration allemande vient de mettre en vigueur le règlement suivant, concernant les fabriques d'accumulateurs au plomb ou composés de plomb.

*Article premier.* — Les locaux des fabriques d'accumulateurs au plomb ou composés de plomb, dans lesquels on traite le plomb, doivent avoir une hauteur d'au moins 3 m et être munis de fenêtres pouvant être ouvertes, de manière à assurer un renouvellement suffisant de l'air.

Les locaux dans lesquels s'effectue la formation (charge) des plaques doivent être munis d'installations de ventilation.

*Art.* 2. — Le sol des locaux dans lesquels on peut craindre que des poussières ou des débris de plomb se répandent, doit être aménagé de manière à ne pas laisser filtrer d'eau. Les parois de ces locaux doivent être passées à la chaux, au moins une fois par an, à moins qu'elles ne soient revêtues d'un enduit lisse pouvant être lavé ou peint à l'huile.

L'emploi de bois, d'asphalte ou de linoleum pour les planchers n'est pas autorisé; il en est de même de celui de tapis recouvrant les parois.

*Art.* 3. — Les chaudières dans lesquelles on fond le plomb doivent être munies de dispositifs (hottes) entraînant les vapeurs à l'extérieur ou dans une cheminée.

*Art.* 4. — Quand on travaille les plaques (grilles ou cadres) au moyen de scies, de rabots ou autres machines analogues, on doit installer des dispositifs pour que les débris et la poussière soient recueillis immédiatement.

*Art.* 5. — Les appareils servant à la préparation de la poudre de plomb, doivent être aménagés de telle sorte que pendant la préparation et lorsqu'on les vide aucune poussière ne s'en échappe.

*Art.* 6. — On ne doit tamiser, mélanger ou mouiller la matière servant à empâter les plaques quand elle contient du plomb, des composés de plomb, ou bien sortir les plaques sèches de leur enveloppe de papier, c'est-à-dire ne procéder à aucune opération pouvant faire dégager des poussières de plomb que quand on a une ventilation suffisante, ou bien quand l'appareil employé ne permet pas un dégagement de poussière à l'extérieur.

*Art.* 7. — Les récipients ouverts contenant de la poudre de plomb doivent être disposés sur un support portant un rebord recueillant la poudre lorsque l'on vide le récipient.

*Art.* 8. — Les manipulations suivantes : *a*, la préparation mécanique des plaques; *b*, la préparation de poudre métal-

Digitized by Google

lique de plomb; *c*, la préparation et le mélange de la matière active, quand elle se fait mécaniquement, doivent avoir lieu dans des locaux séparés des autres ateliers.

*Art.* 9. — Les tables sur lesquelles on procède à l'empâtage des plaques doivent avoir une surface solide et lisse; elles doivent être nettoyées à l'eau au moins une fois par jour.

*Art.* 10. — On ne doit, autant que possible, procéder à des soudures au chalumeau qu'à des emplacements particuliers munis d'un système spécial de ventilation.

Cette prescription ne s'applique pas aux soudures permettant de relier les divers éléments d'une batterie les uns aux autres, ces travaux ne pouvant être entrepris que sur le lieu d'emploi.

*Art.* 11. — Le zinc destiné à la préparation de l'hydrogène, ainsi que l'acide sulfurique, doivent être techniquement purs.

*Art.* 12. — Les ateliers ne doivent, autant que possible, pas être salis par du plomb ou des composés de plomb. Les locaux dont il est parlé à l'article 2 doivent être lavés à l'eau au moins une fois par jour, et cela à la fin du travail.

*Art.* 13. — L'entrepreneur doit fournir à tous ses ouvriers des vêtements et des casquettes convenables pour le travail. Il doit prendre des dispositions pour veiller à ce que les vêtements ne soient utilisés que par ceux auxquels ils sont destinés, qu'ils soient lavés au moins une fois par semaine, et que, pendant qu'ils ne sont pas utilisés, ils soient déposés aux endroits à ce destinés.

*Art.* 14. — Dans une partie de l'installation à l'abri des poussières, on doit aménager un local pour que les ouvriers puissent se laver et changer de vêtements, et, à côté, une salle à manger. Ces locaux doivent être propres, à l'abri des poussières, et chauffés en hiver.

Dans les vestiaires, il doit y avoir des rince-bouches, des brosses pour le nettoyage des mains et des ongles, des savons, des torchons, ainsi que des installations en quantité suffisante pour y placer les vêtements quittés pendant le travail.

L'entrepreneur doit s'arranger pour que ses ouvriers puissent prendre un bain, au moins une fois par semaine.

*Art.* 15. — L'emploi d'ouvrières ou de jeunes ouvriers dans des travaux où ils manipulent du plomb ou des composés de plomb, est interdit.

*Art.* 16. — L'entrepreneur ne doit employer à la fabrication des accumulateurs que des personnes munies d'un certificat délivré par un médecin autorisé par l'administration, constatant que son état de santé lui permet cette occupation. Les certificats doivent être réunis, conservés et présentés à l'inspecteur de l'administration sur sa demande.

*Art.* 17. — Le travail des ouvriers employés à la fabrication de la matière active et à son empâtage, doit être réglé de manière que la durée :

*a*, Ne dépasse pas huit heures par jour, et soit interrompue par un repos d'au moins une heure et demie;

*b*, Ou bien ne dépasse pas une durée journalière de six heures non interrompue pour prendre de la nourriture.

Si la durée du travail est réglée d'après six heures, les ouvriers peuvent être encore employés à d'autres travaux; mais ceux-ci doivent être tels que ces ouvriers n'aient pas à manipuler du plomb ou des composés de plomb, et, entre les deux genres de travaux, il doit leur être accordé un repos d'au moins deux heures.

L'entrepreneur doit aviser, une semaine au plus après la mise en marche de sa fabrique, la police locale du mode d'organisation du travail qu'il a choisi, et ne doit en changer qu'après avis préalable.

*Art.* 18. — L'entrepreneur doit charger un médecin, approuvé par l'administration, de la surveillance de ses ouvriers au point de vue sanitaire. Ce médecin doit examiner les ouvriers, au moins une fois par mois, au point de vue des maladies de plomb.

Sur l'avis du médecin, on ne doit pas employer, à des travaux de manipulation du plomb ou des composés de plomb, des ouvriers atteints de maladie de plomb, avant leur complète guérison; et, dans les cas où les malades seraient particulièrement sensibles, on doit les en éloigner définitivement.

*Art.* 19. — L'entrepreneur est tenu de tenir ou de faire tenir par un employé un livre de contrôle; il est responsable des inscriptions dans ce livre, en dehors de celles provoquées par le médecin.

Ce livre de contrôle doit indiquer :

1° Les nom, prénoms, âge et domicile de l'ouvrier, la date de son entrée et de sa sortie de l'usine, ainsi que la nature de son travail;

2° Le nom de celui qui tient le livre;

3° Le nom du médecin chargé de la surveillance des ouvriers au point de vue sanitaire;

4° Le jour et la nature de la maladie d'un ouvrier;

5° Le jour de sa guérison;

6° Les jours de visite et les résultats des constatations du médecin, d'après l'article 18.

*Art.* 20. — L'entrepreneur doit porter à la connaissance des ouvriers employés à la fabrication des accumulateurs les prescriptions suivantes :

1° Les ouvriers ne doivent prendre aucune nourriture dans les ateliers. On ne doit ni apporter ni boire de l'eau-de-vie pendant le travail. Les repas doivent être pris en dehors des ateliers;

2° Les ouvriers doivent utiliser les repos d'après les indications spéciales.

3° Les ouvriers ne doivent pénétrer dans le réfectoire, y manger ou quitter l'usine qu'après avoir, au préalable, enlevé leurs habits de travail, s'être lavés soigneusement le visage et les mains et s'être rincé la bouche;

4° Il est interdit aux ouvriers de fumer, priser et chiquer pendant le travail.

Dans les règlements, il faut indiquer que des ouvriers qui contreviendraient, à plusieurs reprises, à ces prescriptions, peuvent être renvoyés sans avis.

Si un règlement général pour le travail est affiché, les prescriptions précédentes doivent y être énoncées.

*Art.* 21. — Un exemplaire du présent règlement doit être affiché dans les ateliers, les vestiaires et les réfectoires.

*Art.* 22. — Le présent règlement est entré en vigueur le 1er juillet 1908. F. L.

**Usine hydraulico-électrique d'El Corchado.** — La *Houille blanche* du mois de juillet donne les renseignements suivants :

Les ateliers d'Oerlikon ont récemment achevé les installations complètes d'un transport d'énergie destiné à alimenter la ville de Séville. L'usine, située à El Corchado, est équipée, en raison de la grande distance qui la sépare du centre de consommation, pour la tension de 50 000 v. Le transport se fait au moyen de courants triphasés, dont la puissance, au début de l'installation tout au moins, doit atteindre 3900 kv-A correspondant à une puissance hydraulique de 5575 poncelets. Le matériel électrique comprend tout d'abord trois alternateurs triphasés à inducteur tournant d'une puissance normale de 1500 kv-A pouvant absorber 1100 kilowatts pour $\cos\varphi = 0{,}75$. La tension aux bornes est de 5000 v, la vitesse de 400 t:m, et la fréquence de 40 périodes par seconde. Les pièces polaires ont été fraisées en biseau, afin d'obtenir une forme sinusoïdale de la courbe de tension. Il est de toute première importance, en effet, pour un réseau de cette longueur, d'éviter toute surtension du fait de résonance, et le

Digitized by Google

moyen le plus sûr d'atteindre ce résultat consiste à améliorer la courbe de la f. é. m. Le courant d'excitation est fourni par deux excitatrices à courant continu à excitation shunt, d'une puissance de 65 kw, sous 110 v, tournant à 1000 t:m, et entraînées par accouplement élastique.

La tension du courant fourni par les alternateurs sera élevée par sept transformateurs primaires, à courant alternatif simple, de 600 kv-a. Ces transformateurs doivent former deux groupes triphasés par leur groupement trois par trois, le septième servant de réserve.

La tension primaire normale est de 5000 v, la tension secondaire de 30 000 v. Les enroulements primaires des trois transformateurs d'un groupe seront connectés en triangle et les enroulements secondaires en étoile, ce qui donnera une tension secondaire composée de 52 000 v. Ces transformateurs sont immergés dans un bain d'huile à refroidissement d'eau.

A la station réceptrice, il y aura 7 transformateurs à courant alternatif simple, de 600 kv-a à la tension primaire de 27 000 v et à la tension secondaire de 3500 v.

Mis en étoile du côté primaire, ces transformateurs recevront le courant de la ligne à la tension de 47 000 v. Ces transformateurs sont construits et seront groupés comme ceux de la station génératrice. Ils formeront donc 2 groupes de 3, avec un septième transformateur qui servira de réserve en cas d'avarie à l'un de ceux en service.

En outre, la sous-station d'Utrera sera équipée de 4 transformateurs secondaires à courant alternatif simple, de 200 kv-a, à bain d'huile et refroidissement d'eau; la tension primaire est de 27 600 v, et la secondaire de 3500 v. Elle comportera aussi un transformateur triphasé à bain d'huile et refroidissement d'eau d'une puissance de 360 kv-a. F. L.

**Prix de l'énergie électrique en Angleterre.** — Le tableau suivant, qui donne des indications relatives à 36 centrales municipales et à 24 sociétés desservant Londres, a été publié par le *Board of trade*. Les chiffres se rapportent au dernier exercice.

| | PUISSANCE MOTRICE CHAUFFAGE. | | ÉCLAIRAGE PARTICULIER. | | ÉCLAIRAGE PUBLIC. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ÉNERGIE ABSORBÉE EN MILLIONS DE KW-H. | PRIX DE L'ÉNERGIE EN CENTIMES PAR KW-H. | ÉNERGIE ABSORBÉE EN MILLIONS DE KW-H. | PRIX DE L'ÉNERGIE EN CENTIMES PAR KW-H. | ÉNERGIE ABSORBÉE EN MILLIONS DE KW-H. | PRIX DE L'ÉNERGIE EN CENTIMES PAR KW-H. |
| Usines municipales . . | 28,3 | 13,5 | 42,9 | 38,25 | 16,6 | 19,3 |
| Sociétés . . . | 38 | 15,1 | 85 | 39,80 | 4,4 | 16,9 |

F. L.

**Statistique des télégraphes et téléphones en Allemagne.** — D'après la statistique officielle pour l'année 1906, que l'administration des postes et télégraphes d'Allemagne vient de faire paraître, il y avait :

| | Fin 1906. | Fin 1905. |
|---|---|---|
| Bureaux télégraphiques de l'État . . . | 34 554 | 32 367 |
| Nombre de bureaux téléphoniques. . . | 28 218 | 25 658 |
| Nombre de km² par bureau télégraphique . . . . . | 15,7 | 16,7 |
| Nombre de km² par bureau téléphonique . . . . . | 19,2 | 21,2 |
| Nombre d'habitants par bureau télégraphique . . . . . | 1 759 | 1 876 |
| Nombre d'habitants par bureau téléphonique . . . . . | 2 154 | 2 366 |
| Longueur des lignes télégraphiques et téléphoniques, en km. . . . . | 3 371 040,41 | 3 235 965,73 |

F. L.

**Influence des variations de tension sur l'éclairement des lampes à incandescence.** — (*Elektrotechnische Zeitschrift* du 16 juillet.) — Dans un article relatif à ce sujet, M. Hirschauer avait indiqué que, pour une variation de 5 pour 100 de la tension, la variation de l'éclairement est de : 50 pour 100 pour les lampes Nernst, de 31,5 pour 100 pour celles à filament de charbon, de 21,5 pour 100 pour les lampes à filament de tantale, de 21 pour 100 pour celles à osmium, de 20 pour 100 pour les lampes Osram et Just Osram.

Comme, d'autre part, Monasch, un spécialiste pour l'éclairage électrique, écrit que « la lampe Nernst, pour les variations de tension admissibles de 5 pour 100 a une intensité lumineuse à peu près constante », M. le professeur B. Walter, du laboratoire municipal de Hambourg, a procédé à des expériences sur des lampes Nernst, et a constaté que : pour 6 lampes Nernst, une variation de tension de 5 pour 100 a provoqué une variation de moins de 12 pour 100 de l'intensité lumineuse; pour une septième lampe, au contraire, avec résistance en série, la variation a atteint 30,8 pour 100, et même avec une autre résistance, 45,7 pour 100. Une lampe n'a accusé aucune variation d'intensité lumineuse, et une autre une variation de 8,7 pour 100 (pour une variation de la tension de 5 pour 100). F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Encausse (Gers).** — *Éclairage.* — Nous apprenons que le Conseil municipal a accepté les propositons de M. Saint-Martin concernant l'installation de l'éclairage électrique dans cette commune.

**Tours.** — *Traction électrique.* — La Compagnie des tramways de Tours se propose d'installer la traction électrique tant sur la ligne de Tours à Luynes et à Fondettes que sur celles de Tours à Vouvray.

Pour la première ligne, elle avait tout d'abord demandé au département de lui faire une avance de 400 000 fr remboursable par annuités. De nouvelles propositions vont être faites, modifiant les premières.

En ce qui concerne la ligne de Vouvray, l'avance demandée serait de 610 000 fr. Mais, de ce côté également, de nouvelles propositions doivent être faites.

En ce qui concerne l'établissement d'une nouvelle ligne de tramways de la place Rabelais à Pont-Cher, la Compagnie avait primitivement demandé une avance remboursable de 120 000 fr et une subvention de 30 000 fr.

A la date du 3 août, la Compagnie a déclaré se contenter d'une subvention de 25 000 fr, mais à la condition que l'avance serait portée à 125 000 fr.

La subvention de 25 000 fr étant fournie par les communes de Tours et de Joué, il reste à trancher la question de l'avance à faire par le département.

**Vernet-les-Bains (Haute-Garonne).** — *Chemin de fer électrique.* — Les études de la nouvelle ligne électrique de Villefranche-de-Conflent à Vernet-les-Bains vont commencer incessamment. MM. Mathieu, ingénieur ordinaire, et Toulet, conducteur des ponts et chaussées, ont déjà étudié sur place le tracé et examiné l'emplacement où pourront être édifiées les gares de Corneille-de-Conflent et de Vernet-les-Bains.

Digitized by Google

# LA STATION CENTRALE DE WASQUEHAL

## DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU NORD DE LA FRANCE

Tandis que le Midi de la France possède les réseaux de distribution d'énergie électrique les plus vastes et les plus étendus, le Nord de la France peut se considérer à juste titre comme un des plus gros consommateurs de cette même énergie aussi bien pour l'éclairage que, pour la traction et la force motrice dans les usines.

La région si industrielle, unique en France et peut-être même en Europe, formée par l'agglomération des trois villes Lille, Roubaix, Tourcoing, qu'un boulevard va réunir, absorbe pour ses industries plus de 200 000 chevaux soit au minimum 150 000 kw. Des bassins houillers placés à proximité assurent un ravitaillement économique en charbon, mais jusqu'ici chaque ville possédait ses usines électriques, particulières, soit pour la traction, soit pour l'éclairage.

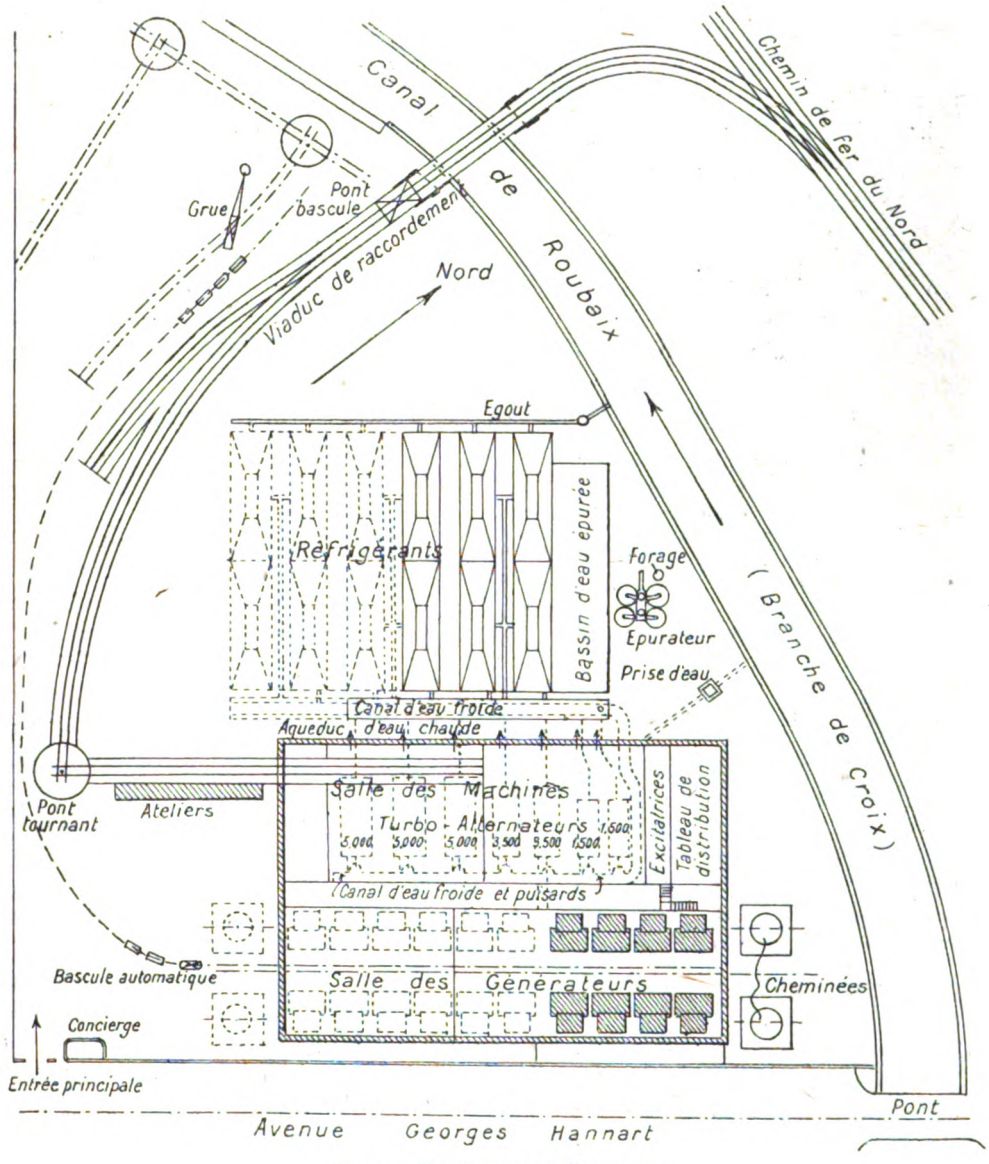



Fig. 1. — Plan de l'usine de Wasquehal.

Depuis un an environ, suivant l'exemple d'autres grands centres, ces agglomérations puisent dans une usine unique, fonctionnant dans les meilleures conditions de rendement, l'énergie dont elles ont besoin.

Cette usine, que l'on peut citer comme un modèle du genre, vient d'être établie à Wasquehal par la Société Énergie électrique du Nord de la France, à 7 km du centre de Lille et à 3 km de celui de Roubaix ; terminée à la fin de 1907, cette station s'est développée avec une rapidité si grande qu'il va falloir songer à y installer de nouvelles unités.

Construite sur un terrain de 22 000 m² entre le canal de Roubaix et une large avenue, la station de Wasquehal se trouve en outre raccordée à la voie du chemin de fer



Digitized by Google

du Nord de Lille à Tourcoing par un viaduc en ciment armé traversant le canal (fig. 1). L'approvisionnement en charbon peut donc se faire aussi bien par voie d'eau que par voie ferrée. Une grue à benne piocheuse, disposée le long du canal, et un tracteur électrique circulant sur la voie ferrée permettent de faire rentrer assez rapidement de grandes quantités de combustible.

*Ravitaillement en charbon.* — La grue électrique se déplace sur plusieurs voies et dessert, en plus du quai, le parc à charbon formant réserve.

En général le charbon arrivant par voie ferrée ou par eau est immédiatement consommé ; le parc contient une réserve destinée seulement à parer aux grèves des charbonnages et aux retards dans les arrivages.

Le charbon est chargé dans des wagonnets étudiés spécialement par la maison Decauville ; ils sont composés d'une benne à section demi-circulaire reposant simplement sur un truck. Deux demi-bennes semblables peuvent être suspendues à l'aide de chaînes, un dispositif spécial leur permet de s'ouvrir et de se vider à la façon des bennes piocheuses.

Les trains constitués en général par dix wagonnets sont amenés jusqu'à l'entrée de la salle de chauffe, ils passent alors sur une bascule automatique, totalisatrice, qui n'enregistre que le poids net, tous les wagonnets ayant la même tare.

Le contenu des wagonnets est reçu dans un silo qui s'étend, à la partie supérieure de la salle de chauffe, sur toute sa longueur, à 8 mètres au-dessus du sol. Ce silo alimente à son tour les foyers automatiques des chaudières, ou les tas de charbon où puisent les chauffeurs par des coulottes inclinées en tôle.

L'enlèvement des mâchefers et des cendres est fait par d'autres wagonnets circulant sous le plancher, ils recueillent le contenu de trémies en ciment armé disposées sous les cendriers. Une bascule automatique enregistreuse, placée au sortir de la chaufferie, permet de déduire du poids brut de la houille les cendres et de donner ainsi le poids net de charbon brûlé.

*Service des eaux.* — La condensation de la vapeur des machines étant faite par surface, l'eau de circulation ne pouvant être fournie entièrement par le canal, on la refroidit dans des réfrigérants Balcke.

L'usine étant prévue pour une puissance de 25 000 kw et la puissance en service normal pouvant être de 20 000 kw, il a fallu prévoir la condensation de 160 000 kg de vapeur à l'heure. Il faut pour cela faire circuler dans les condenseurs et les refrigérants environ 8000 m³ d'eau à l'heure.

On a prévu six réfrigérants pouvant traiter 1450 m³ chacun ; un bassin de 4500 m³ placé sous les réfrigérants sert de volant d'eau. La perte inévitable d'eau par évaporation est compensée par une prise directe sur le canal ou un forage de 150 m de profondeur atteignant la nappe souterraine.

Les dépôts qui se produiraient à la longue dans les condenseurs à surface, par suite de la concentration progressive de l'eau de circulation, sont évités en faisant passer auparavant cette dernière dans un épurateur système Declercq et Verbièze construit en ciment armé. Cet épurateur se compose de réservoirs cylindriques terminés par une partie inférieure conique facilitant le nettoyage et la vidange des boues, il peut traiter 110 m³ d'eau à l'heure.

Le carbonate de chaux se précipite en présence des boues provenant de réactions antérieures, un décarbonateur permet d'épuiser très complètement la chaux, ce qui réduit au minimum sa consommation.

L'eau épurée se rend de là dans un réservoir de 75 m³ de capacité d'où elle est reprise au fur et à mesure des besoins.

*Chaufferie.* — Seize générateurs Niclausse composent actuellement la chaufferie, mais l'usine en comportera quarante lorsqu'elle sera complètement terminée. Ces chaudières sont réunies par groupes de deux et disposées de part et d'autre d'une allée centrale de chauffe ; chacune d'elles est munie d'un économiseur Green et d'un surchauffeur intercalé dans le faisceau tubulaire ; elles répondent aux caractéristiques suivantes :

| | |
|---|---|
| Pression normale de marche, en kg : cm² | 15 |
| Température de surchauffe, en degrés C. | 325 |
| Surface de grille, en m² | 5,8 |
| Surface du surchauffeur, en m² | 43 |
| Surface de chauffe, en m² | 165 |
| Nombre de tubes de l'économiseur | 96 |
| Eau vaporisée par heure, en kg. | 4700 à 5200 |

Placés derrière les générateurs de vapeur, les économiseurs sont munis de râclettes actionnées mécaniquement. Un by-pass, disposé sur le carneau d'évacuation de la fumée permet de les retirer du circuit en cas d'avarie ou pour le nettoyage.

En vue de suppléer le plus possible au manque de chauffeurs, par suite de grève par exemple (les arrêts récents des secteurs de Paris n'ayant pas eu d'autre cause), on a monté à Wasquehal différents systèmes de grilles mécaniques. Citons une grille Bennis et une grille Underfeed Stoker ; on va même procéder parallèlement à un essai du gazogène Marconnet qui permettrait de brûler, à l'état de poussière fine, des combustibles de qualité inférieure.

La mauvaise qualité de l'eau d'alimentation qui contient des sels que l'épuration ne peut éliminer a nécessité des dispositions spéciales. On a commencé par diviser les chaudières en deux groupes : l'un, de 36 générateurs ; l'autre, de 4 seulement. Le premier sera alimenté exclusivement par l'eau distillée provenant des condenseurs à surface, tandis que le groupe de 4 chaudières restant utilisera de l'eau provenant de l'épurateur. Les sels restant dans cette eau seront concentrés, ce qui nécessitera des extractions fréquentes : un roulement a été prévu pour le nettoyage de ces quatre générateurs. Ces quatre chaudières fourniront l'appoint nécessaire pour remédier aux pertes inévitables par les joints, etc. et par la marche à air libre au moment de la mise en marche.

Les pompes alimentaires centrifuges quintuples du sys-

Digitized by Google

tème Sulzer sont directement actionnées par des moteurs asynchrones triphasés ; elles sont calculées pour refouler l'eau sous une pression de 17 kg : cm². Chacune d'elles est doublée par une pompe à vapeur duplex de même

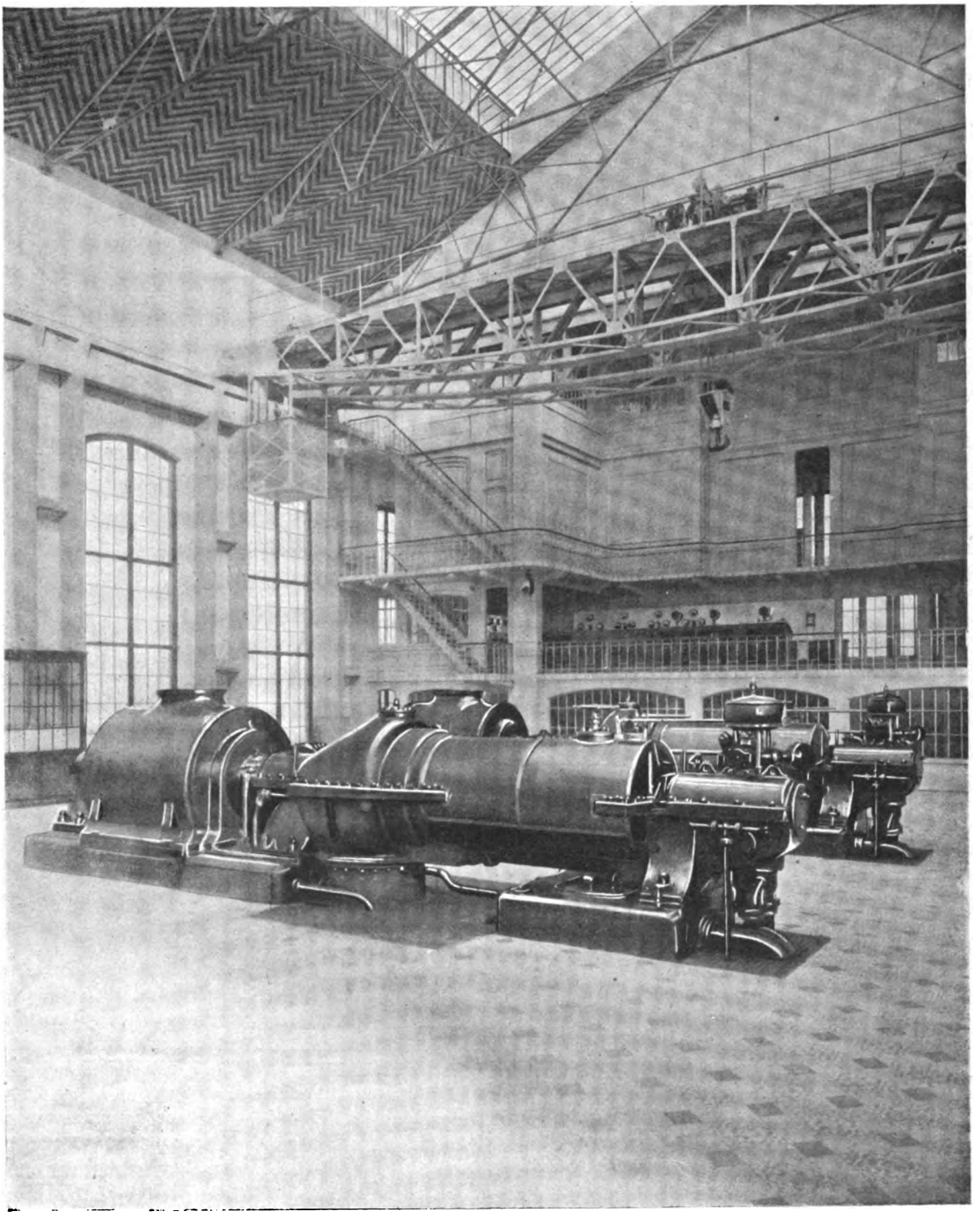


Fig. 2. — Salle des machines de l'usine de Wasquehal.

puissance pouvant, en cas d'avarie au moteur triphasé ou pour toute autre raison, fournir l'alimentation, laquelle est ainsi constamment assurée

*Salle des machines.* — De dimensions monumentales, admirablement éclairée, la salle des machines a été prévue pour recevoir, le cas échéant, soit des turbo-alternateurs à

Digitized by Google

axe vertical soit à axe horizontal ; elle est desservie par un pont roulant électrique circulant à 17 m au-dessus du sol et de 25 m de portée.

Les turbines à vapeur actuellement installées sont du type bien connu Brown-Boveri-Parsons tournant normalement à la vitesse angulaire de 1500 tours par minute. Elles peuvent fonctionner soit avec de la vapeur saturée sèche, soit avec de la vapeur surchauffée à 300°C, la pression à la vanne d'entrée étant de 12 kg : cm².

Les quatre unités actuellement montées se composent de deux turbo-alternateurs de 1500 à 1800 kw et de deux de 3500 kw. Pour un facteur de puissance $\cos\varphi = 0{,}8$ les alternateurs sont donc capables de fournir 2250 et 4350 kilovolts-ampères.

Les turbines marchant normalement avec un condenseur à surface, comme nous l'avons indiqué, sont en outre pourvues d'un dispositif de sûreté établissant l'échappement à l'air libre si un accident vient à se produire au condenseur.

Les garanties de consommation dans les conditions normales de marche sont les suivantes :

| | Consommation de vapeur en kg : kw-h. |
|---|---|
| A demi-charge | 8,4 |
| A charge moyenne | 7,1 |
| A charge maxima | 6,95 |

La température des enroulements de l'alternateur ne doit pas dépasser 45 ou 55 degrés centigrades au-dessus de la température ambiante après une marche continue de 24 heures (charge moyenne ou maxima). Les alternateurs fournissent des courants triphasés à 50 périodes par seconde sous 10 000 volts, l'isolement des parties électriques ayant été essayé à 16 000 volts. Les quatre unités en service permettent d'assurer à l'usine une puissance disponible de 10 000 kw, et lorsque les trois autres unités de 5000 kw chacune auront été montées on disposera d'une puissance totale de 25 000 kw, chiffre respectable comme on le voit.

*Excitation.* — L'excitation des alternateurs en fonctionnement normal est assurée au moyen de groupes convertisseurs (300 volts triphasé en 210 volts continu) et en cas d'arrêt des alternateurs par un groupe électrogène auxiliaire formé d'une machine Boulte-Larbodière à grande vitesse. Une batterie d'accumulateurs d'une capacité de 120 ampères-heures peut également suppléer aux groupes fournissant au besoin l'éclairage de secours de l'usine.

La locomotive servant à la traction des wagonnets, ainsi que les différents appareils de levage, sont alimentés en courant continu à 440 volts par une commutatrice Westinghouse de 100 kilovolts-ampères.

*Tableau de distribution.* — Le courant triphasé fourni à 10 000 volts par les alternateurs aboutit à trois barres collectrices disposées en boucle. On a prévu deux boucles, de façon à pouvoir effectuer toutes les réparations et mises hors circuit d'une partie quelconque à l'aide de couteaux de sectionnement ; ce dispositif est bien connu.

Sur les barres collectrices à 10 000 volts est pris le courant nécessaire pour le service de l'usine, la tension est abaissée à 300 volts par un jeu de transformateurs, ce courant sert à alimenter les groupes convertisseurs d'excitation et les moteurs triphasés des pompes et autres organes.

Les appareils de réglage et de couplage des alternateurs sont disposés dans des pupitres sur la partie avant du tableau de distribution. Ces pupitres au nombre de dix comprennent chacun : un disjoncteur principal à action différée (moteur à champ tournant et poids antagoniste du système bien connu Brown-Boveri), un voltmètre de couplage et des lampes de phase, enfin un wattmètre indiquant la puissance fournie par chaque groupe. Un panneau totalisateur pourvu d'un wattmètre enregistreur, d'un voltmètre général et d'un phasemètre permet de suivre la marche générale de l'usine.

Les rhéostats d'excitation de chaque alternateur placés dans le bas des pupitres peuvent être rendus solidaires par un verrouillage approprié. Le tableau de distribution proprement dit est à cinq étages, il est en ciment armé comme celui de toutes les sous-stations qu'il alimente.

Le premier étage, qui est en somme en sous-sol, est réservé aux transformateurs, à la batterie d'accumulateurs et à son tableau ; il a 2,2 m de hauteur.

L'étage au-dessus, de 7,3 m de hauteur, est réservé uniquement à la double boucle à haute tension, à ses appareils de sectionnement et aux limiteurs de tension.

Le troisième étage, que l'on distingue nettement sur la figure, que l'on pourrait appeler l'étage de manœuvre, a 10 m ; on y trouve réunis les pupitres d'alternateurs et les petits tableaux des services auxiliaires de l'usine.

Au-dessus se trouvent les appareils de sécurité pour les départs en câbles souterrains (limiteurs de tension, couteaux de sectionnement, appareils de mise à la terre et boîtes d'entrées de câbles).

Enfin, au cinquième étage on trouve les mêmes appareils pour les départs par lignes aériennes.

*Réseau de distribution.* — Le réseau alimenté par l'usine de Wasquehal est en partie aérien et en partie souterrain, relié à des postes de coupure, des postes de transformation et aux sous-stations.

Les câbles souterrains sont des câbles armés de la Société « La Canalisation électrique » ; ils sont, pour les lignes principales, à trois conducteurs de 100 mm² chacun, permettant la transmission d'une puissance de 2000 kw sous 10 000 volts. Les autres câbles secondaires sont du même genre, mais avec des sections de 60, 40, 25 et 15 mm², tous sont essayés à 30 000 volts avant la mise en service.

Les grosses agglomérations, telles que Roubaix et Tourcoing, sont alimentées par des lignes formées de groupes de câbles, chacun à 3 conducteurs de 100 mm² placés côte à côte dans la même tranchée. A leur arrivée dans chaque ville ils aboutissent à un poste de coupure que l'on a

Digitized by Google

installé pour plus de commodité dans la sous-station des tramways.

D'autres postes de coupure établis dans la ville sont reliés d'une part à la sous-station et d'autre part entre eux, ils forment ainsi une boucle, ce qui permet d'assurer le service en cas d'avarie à une des lignes.

On place généralement dans les postes de coupure des transformateurs desservant le quartier avoisinant, c'est ainsi que 8 postes de ce genre ont été installés sur le territoire de la Madeleine, près de Lille, pour éclairer cette ville électriquement.

Les lignes aériennes prévues pour 20 000 volts seront installées d'ici peu pour desservir les villes ou les centres de distribution importants, assez loin de l'usine.

*Sous-stations.* — Dès maintenant l'usine de Wasquehal

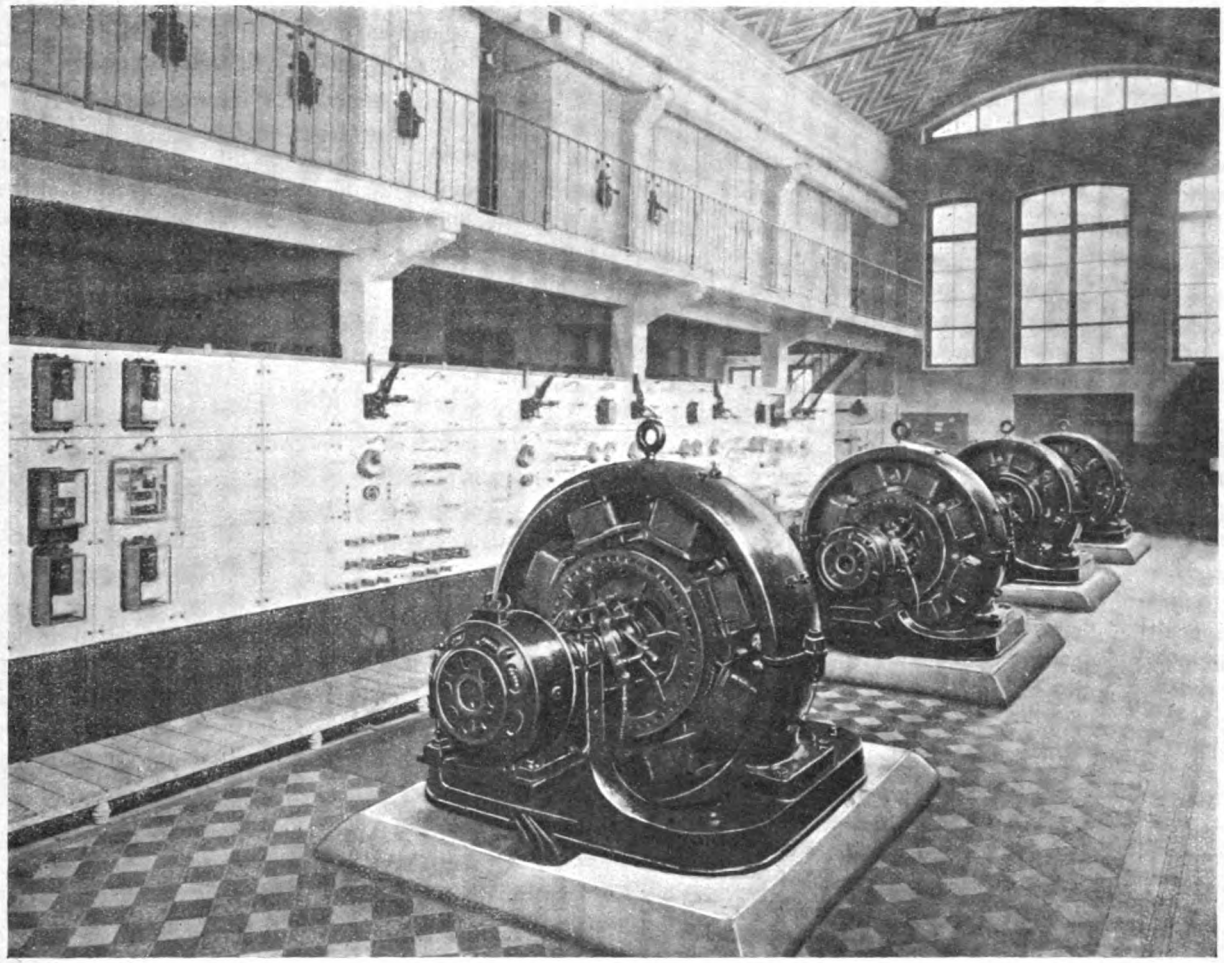


Fig. 3. — Vue intérieure d'une sous-station.

alimente les tramways de Roubaix, Tourcoing, la Madeleine et Leers; quatre sous-stations fonctionnent dans ces différentes villes ; elles sont toutes identiques en principe (fig. 3). Le matériel électrique a été fourni en grande partie par la Société Westinghouse : signalons en particulier les commutatrices à trois bagues seulement, dont le fonctionnement à 50 p:s ne laisse rien à désirer; elles démarrent à l'aide d'un moteur asynchrone en bout d'arbre; leurs caractéristiques sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Puissance, en kw. . . . . | 240 |
| Nombre de pôles. . . . . | 8 |
| Vitesse angulaire, en tours : minute . . . . . | 750 |
| Tension du courant continu, en v. . . . . | 550 |
| Rendement à pleine charge, en centièmes. . . . | 0,92 |
| Rendement à demi-charge, — . . . . | 0,87 |

Le rendement global des sous-stations, y compris les transformateurs alimentant les commutatrices, atteint à pleine charge 89,7 pour 100 et à demi-charge 84,3 pour 100.

Le tableau de distribution est à trois étages, la partie basse visible sur la figure, contient les appareils de manœuvre des commutatrices; derrière, sont placés les transformateurs correspondants. Au-dessus, sont les appareils à haute tension, les arrivée et départ des lignes, et, au troisième étage, les limiteurs de tension et parafoudres.

De l'ensemble de ces installations, que nous avons eu le plaisir de visiter, il se dégage une impression de netteté et de parfaite organisation qui permet de bien augurer

Digitized by Google

du succès de l'entreprise. La production mensuelle au bout de dix mois de marche dépasse déjà un million de kilowatt-heures. A. Soulier.

---

MÉTHODE GRAPHIQUE POUR LA DÉTERMINATION

DE

# L'ÉNERGIE NÉCESSAIRE A LA TRACTION

Dans une conférence qu'il a faite à la Société des Ingénieurs et Architectes de Vienne, sur l'électrification des chemins de fer des Alpes autrichiennes, M. le Dr W. Conrad a indiqué une méthode simple, permettant de déterminer rapidement l'énergie nécessaire à la traction d'une tonne sur une ligne dont le profil en long est donné.

On doit d'abord admettre une valeur moyenne pour l'effort de traction sur une voie en palier et en courbe. Cet effort varie entre 3 kg:t pour les trains de marchandises et 6,8 kg:t pour les express En moyenne sur l'ensemble des chemins de fer suisses on a obtenu 5 kg:t. En admettant cette valeur, on est certain de ne pas avoir de mécompte, cependant la Commission suisse l'a augmentée de 20 pour 100 et admis dans ses calculs 6 kg:t.

Il faut ajouter au travail de roulement, celui nécessaire à l'élévation sur les rampes, cela peut se faire graphiquement, ainsi qu'il est indiqué sur la figure 1, dont

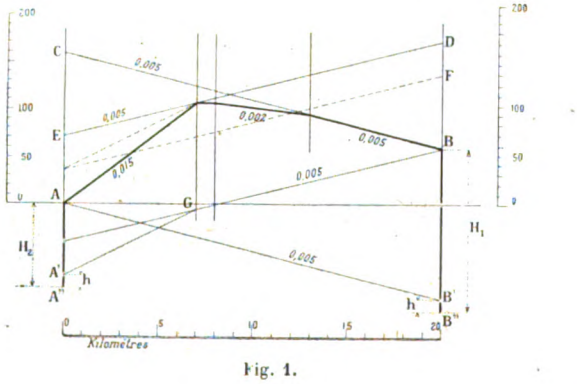



Fig. 1.

la ligne en traits pleins est le profil en long d'une ligne de 20 km (dans ce profil les hauteurs sont à une échelle 50 fois plus grande que les longueurs).

En admettant une résistance au roulement de 5 pour 1000, c'est-à-dire qu'un train parcourt une pente de 5 pour 1000, sans être ni actionné, ni freiné, on détermine de la manière suivante le travail de roulement et le travail d'élévation.

Pour amener une tonne du train de A à B, il suffit naturellement de l'élever d'abord jusqu'au point C, puis de la laisser descendre sur la pente limite de 5 pour 1000, jusqu'au point B.

La hauteur AC donne donc une mesure pour le travail de transport d'une tonne de A à B. Pour le retour, c'est-à-dire le transport de B à A, on peut faire le même raisonnement, la hauteur représentant le travail de transport est BD. Dans l'élévation de B à D, on a développé plus de travail qu'il n'est nécessaire, car le train arriverait sur la pente limite en E, au-dessus de A. La hauteur AE représente une perte de travail, qui dans le cas de traction à vapeur est du travail perdu lors du freinage, tandis que dans le cas de traction électrique, une partie peut être récupérée, par exemple, la moitié. Dans le cas de traction électrique la hauteur représentant le travail de transport sera BF au lieu de BD.

Pour la commodité du dessin, on procède à la construction au-dessous de la ligne du profil, comme il est indiqué sur la figure 1, on a ainsi les lignes AB′ et BGA′; qui donnent les mêmes hauteurs représentatives BB′ pour

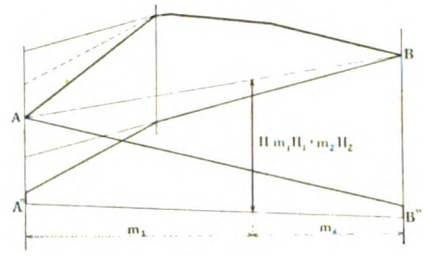



Fig. 2.

l'aller et AA′ pour le retour. Si dans la portion de ligne considérée, il y a des arrêts, ces hauteurs sont à augmenter de la valeur correspondant au travail de démarrage. Si $n$ est le nombre de démarrages et $v$ la vitesse du train en m:s, la hauteur représentative $h$ est donnée par la relation :

$$h = n \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Les hauteurs représentatives augmentées de cette quantité, $H_1$ et $H_2$, donnent donc le travail total par tonne du train.

Des hauteurs $H_1$ et $H_2$ pour l'aller et le retour, on peut

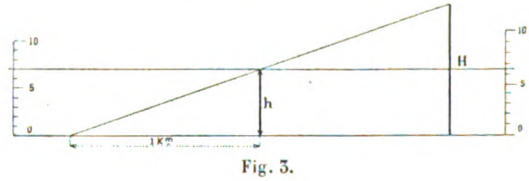



Fig. 3.

déduire la hauteur représentative moyenne pour l'ensemble en opérant comme l'indique la figure 2. On trace les lignes AB et A″B″ et on partage la longueur totale dans le rapport $m_1$ à $m_2$ des poids transportés dans les deux directions, et au point de partage on détermine la hauteur $H = m_1H_1 + m_2H_2$.

On obtient ainsi à l'échelle des hauteurs le travail spécifique de transport par tonne de train. Des unités équi-

(1) *Elektrotechnick und Maschinenbau*, nº 15, 12 avril 1908.

Digitized by Google

valentes sont le watt-heure par tonne, le cheval-heure par tonne et le cheval-an par million de tonnes. Cette dernière unité est particulièrement commode, car elle donne directement la puissance moyenne en chevaux, quand on connaît le nombre de millions de tonnes-km annuel, indiqué dans les statistiques.

En calculant les valeurs des unités on voit que le mètre de hauteur représentative d'un côté et la puissance en chevaux-an par millions de tonnes de l'autre côté sont analogues. L'égalité est absolue quand on admet que le rapport de transmission entre l'arbre des turbines et les roues motrices est de 42 pour 100.

En effet, un cheval-an est égal à 8760 chevaux-heures ou $8760 \times 3600 \times 75$ kgm, soit 2 365 200 000 kgm. Le travail aux roues est donc 2 365 200 000 $\eta$ kgm, c'est-à-dire 1 million de kgm pour $\eta = 0,42$. F. L.

## RAFFINAGE ET EXTRACTION ÉLECTROLYTIQUES DU CUIVRE

La quantité de cuivre électrolytique fabriquée en 1907 s'est élevée à 400 000 tonnes environ, ce qui représente 56 pour 100 de la production mondiale de cuivre; la plus grande partie de ce cuivre est sortie des usines américaines; celles-ci (au nombre de 11) en ont fourni 345 000 tonnes; les usines anglaises (6) ont donné 55 200 tonnes; le reste a été fabriqué par les usines allemandes (9), françaises (4), russes (2), austro-hongroises (2) et japonaises (2) (J. B. C. Kershaw, *Electrical Review*, New-York, 28 mars 1908, d'après Titus Ulke, *Electrolytic Copper Refining*).

Les raffineries les plus importantes sont celles de MM. Bolton et fils, à Froghall et à Wednis, et de l'Elliot Metal Company, à Pembrey, en Angleterre; — de la Balbach Smelting and Refining Company, à Newark (New-York); de la Boston and Montana Copper and Silver Mining Company, aux Great Falls (Ma.); de l'Anaconda Mining Company et de l'United Metals Smelting Company, à Perth Ambroy (New-York), aux États-Unis. Ces usines ont des capacités respectives de production annuelle de 8400, 4200, 6500, 16 000, 27 000, 72 000 et 72 000 tonnes.

L'usine de Pembrey est la plus ancienne de toutes : c'est celle que fonda Elkington en 1869; la plus ancienne en Amérique est celle de la Balbach Smelting and Refining Company : elle date de 1882; l'usine de la Boston and Montana Copper and Silver Company est l'une des rares où le courant est produit par la force hydraulique; cette dernière est également mise à profit par la fabrique de Tacoma (Washington), établie, avec une capacité de 15 000 tonnes, pour servir au traitement des cuivres de la Colombie britannique, de l'Alaska, de la Californie et du Mexique (J. B. C. Kershaw, article cité).

Les usines russes sont parmi les plus récemment installées; jusqu'en 1907, une fabrique électrolytique seulement avait existé en Russie, celle de Nicolaew, à Moscou, dont la production était, toutefois, de beaucoup inférieure à la consommation nationale, ce qui a amené la Société minière de Bogoslow à monter une usine pour le raffinage des 1700 tonnes de cuivre qu'elle extrait annuellement; l'exécution de cette dernière installation a été confiée à MM. Laszczynski et Stoeger, de Berlin (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 août 1907).

Le procédé employé par la plupart des fabriques précitées est celui d'Elkington à peine modifié; la méthode n'a guère subi que des perfectionnements de détail.

A Pembrey, on employait des voltamètres cylindriques en poterie ayant 85 cm de hauteur sur 45 cm de diamètre; chacun de ces vases recevait 4 cathodes et 6 anodes; la solution passait de l'un à l'autre vase au moyen de siphons; on groupait une centaine de voltamètres en les plaçant sur des gradins, de manière à ce que la circulation du liquide eût lieu par la pesanteur; les pots étaient reliés électriquement en série; mais, dans chacun, anodes d'une part et cathodes d'autre part étaient en parallèle.

Dans les raffineries modernes, ces vases cylindriques ont été remplacés par des voltamètres rectangulaires en bois, garnis intérieurement d'un revêtement de plomb, et mesurant jusqu'à 2,50 m de longueur et 1 m de largeur. Le liquide est mis en circulation au moyen de pompes; il est emmagasiné dans des citernes où des serpentins chauffés à la vapeur le maintiennent à la température voulue. Le nombre d'électrodes est de 40, et même 60, par vase, et le poids d'anodes dans chaque voltamètre atteint 6 1/2 tonnes et quelquefois davantage; à l'usine de l'Anaconda Company, la quantité de cuivre immobilisé représente une valeur de 20 000 000 fr.

Comme dans l'installation d'Elkington, les anodes et les cathodes, dans chacun des récipients, sont connectés en parallèle et les récipients en série; mais le nombre de voltamètres ainsi groupés a passé de 100 à 250 et plus. Les anodes sont pourvues de saillies latérales, venues de fonte avec le corps, et au moyen desquelles on les suspend sur des barres collectrices courant de chaque côté du voltamètre. Les cathodes sont de minces feuilles de cuivre pur, obtenues par électrodéposition dans des voltamètres spéciaux; elles sont accrochées à des tiges transversales qui sont supportées elles-mêmes par deux autres barres collectrices, placées un peu plus haut que les positives. Le chargement et le déchargement se font au moyen de ponts roulants qui soulèvent d'un seul coup toutes les électrodes. Les grandes usines américaines sont également pourvues de convoyeurs. Dans quelques-unes, le transport des plaques des fours aux voltamètres est, de même, fait de façon entièrement automatique, les fours de fusion étant eux-mêmes rotatifs; les frais de fabrication sont de la sorte sensiblement réduits.

Digitized by Google

Au point de vue électrique, il y a lieu de signaler, à côté du montage des électrodes en parallèle, le procédé série, dû à Hayden; ce procédé, qui n'est au surplus utilisé que dans deux raffineries, consiste à ne relier au circuit d'alimentation que les électrodes terminales, les intermédiaires, qui sont ainsi neutres, étant suspendues sur des blocs isolants; dans ce procédé, du cuivre se dissout de l'une des faces de chaque électrode intermédiaire, tandis qu'il s'en dépose sur l'autre face.

Sous le rapport chimique, le seul perfectionnement apporté en ces dernières années a été l'addition, au liquide voltamétrique, d'un peu d'acide chlorhydrique précipitant, sous forme de chlorure, l'argent présent dans la solution et réduisant, presque à zéro, les pertes de métal précieux. Celui-ci se dépose avec l'or dans les slimes qui ont une valeur considérable et que l'on retire des voltamètres chaque fois que sont renouvelées les plaques; on les chauffe dans l'acide sulfurique pour dissoudre le cuivre; on sépare par filtration; on lave; on transforme en gâteaux, par une forte pression; ces gâteaux sont ensuite traités par les procédés connus. C'est principalement à la richesse des slimes que leur donnent les minerais du pays que les raffineries américaines doivent leur prospérité; la valeur de ces slimes couvre en général plusieurs fois le coût de la fabrication électrolytique. La teneur des cuivres traités en Europe est beaucoup moindre (J. B. C. Kershaw, article cité).

Les avantages du procédé électrolytique sur les méthodes d'extraction ont conduit à rechercher le moyen de l'appliquer à l'extraction directe du cuivre du minerai. Les premières tentatives faites dans ce sens furent celles de Siemens et d'Hoepfner. Elles furent suivies de beaucoup d'autres, plus ou moins sérieuses, mais qui restèrent généralement infructueuses.

Le Dr H. de Laszczynski semble cependant avoir actuellement trouvé une solution satisfaisante; son procédé consiste, en principe, à transformer le minerai en sulfate et à électrolyser la solution en employant des anodes de plomb recouvertes d'une enveloppe étroitement adhérente de tissu de coton; l'effet de cette enveloppe est surprenant; le tissu empêche d'une façon complète la formation du sulfate de fer, si nuisible, comme on le sait, et la quantité de cuivre précipité est presque égale à la production théorique. Le tissu résiste d'ailleurs de façon très satisfaisante et ne demande à être renouvelé que deux ou trois fois par an. M. Laszczynski a monté une installation d'essai à la mine de cuivre Miedzianka, près de Kielce Chenicy, dans la Pologne russe, non loin des frontières allemande et autrichienne; cette installation est capable d'une production de 100 kg de cuivre par jour; le courant est produit par une installation hydroélectrique. Une seconde usine, à Semipalatinsk, en Sibérie, sur l'Irtisch, est projetée pour une production de 11 tonnes par jour (M. Stoeger, *Revue universelle des mines*, juillet 1907).

Des essais d'extraction vont également être tentés en Allemagne, où la plus ancienne usine germanique, la Norddeutsche Affinerie de Hambourg, a acquis des terrains pour l'établissement d'une usine destinée à l'application de ce procédé. A Paris, on cherche à lancer le procédé L. M. Lafontaine, qui est également mis à l'examen en Espagne et en Portugal (*Electrical Review*, Londres, 7 août 1908).

Le seul défaut que l'on puisse reprocher au traitement électrolytique est d'être très lent. Dans les usines prémentionnées, il est rare que l'on dépasse une densité de courant de 2 ampères par décimètre carré, et même qu'on atteigne ce chiffre. Aussi, le traitement du contenu d'une cuve dure une quarantaine de jours. Encore doit-on surveiller attentivement le bain pour que la température reste convenable et pour maintenir la solution à l'état voulu; dans les meilleures raffineries, on procède à des mesures fréquentes de la température, de la résistance électrique, du degré d'acidité, etc., du bain; en outre, les appareils sont pourvus de dispositifs destinés à déceler immédiatement tout court-circuit ou toute surtension.

De nombreux procédés ont été indiqués pour augmenter la rapidité de formation du dépôt tout en conservant à celui-ci la texture voulue. Les premières de ces méthodes peuvent se classer en quatre catégories : 1° rotation de la cathode (Wilde, Cotsworth) ou de la cathode et de l'anode (Wylie et Grant); 2° brunissage de la surface (Elmore); 3° isolement des irrégularités de la formation pour en empêcher l'accentuation (Dumoulin); 4° circulation rapide de l'électrolyte ou injection contre la cathode (Swan, Elmore, Thophern, Graham, Poore, Dessole, Harrison). De ces procédés, les plus intéressants au point de vue des applications sont ceux de Wilde, d'Elmore et de Dessole; les usages qu'ils ont reçus sont bien connus.

M. Cowper-Coles, qui a repris la méthode de Wilde et Cotsworth, mais en imprimant à la cathode un mouvement de rotation très rapide, beaucoup plus rapide qu'on le faisait dans les procédés prérappelés, est arrivé par ce moyen à des résultats étonnants et il propose aujourd'hui d'employer son mode de travail pour la fabrication directe des tubes, des tôles et des fils de cuivre par électrodéposition (Cowper-Coles, *Faraday Society*, 1905; *Pratical Engineer*, 25 août 1905; *Institution of mechanical Engineers*, 29 juillet 1908; *Electrical Review*, Londres, 7 août 1908; *Engineering*, 31 juillet 1908).

M. Cowper-Coles pousse la densité jusqu'à 20 ampères environ par $dm^2$; le cuivre reste uni malgré cela, et sa résistance à la tension est égale à celle du meilleur cuivre laminé ou étiré; parfois même, elle est de 50 pour 100 plus grande; la résistance augmente avec la rapidité de rotation de la cathode.

Pour déterminer la vitesse critique, ou mieux la vitesse la plus convenable, un artifice ingénieux est employé : une cathode conique est mise en mouvement de rotation rapide dans le bain; il suffit ensuite, la vitesse de rotation ayant été enregistrée, de reconnaître quelle zone du dépôt est la meilleure, pour pouvoir fixer, en mesurant

Digitized by Google

le rayon du cône à la hauteur correspondant à cette zone, la vitesse cherchée.

Dans les conditions ordinaires, l'opération se fait dans des voltamètres annulaires; la cathode est formée d'un cylindre de fer ou d'acier fermé à l'un des bouts; elle peut avoir 1,50 m à 1,80 m de diamètre ou davantage, de façon à donner une feuille de cuivre qui, développée, ait 6 m de long sur 1,20 m à 1,50 m de large; les anodes sont en cuivre brut et disposées autour du mandrin, la distance entre elles et la cathode étant automatiquement maintenue constante; afin d'empêcher que le dépôt adhère au mandrin, celui ci est préalablement traité dans une solution de sulfure, où il se recouvre d'une pellicule qui rend l'enlevage très facile.

Pour fabriquer des plaques, on ménage sur le cylindre une bande isolante, qui permet de détacher la feuille sans avoir à la fendre par une opération supplémentaire. Pour faire des fils, on emploie un mandrin creusé d'une rainure hélicoïdale; le dépôt, en se formant, subit une modification d'orientation dans cette rainure, d'où résulte une ligne continue suivant laquelle le métal se clive, en quelque sorte, avec la plus grande facilité, de telle manière que l'on obtient aisément une barre que l'on n'a plus qu'à faire passer à la filière.

La solution électrolytique est formée de 12,5 pour 100 de sulfate de cuivre et de 15 pour 100 d'acide sulfurique; on la maintient à une température de 40°C. Les impuretés en suspension dans le liquide sont éliminées au moyen d'un filtre pourvu de lampes à arc (il a été constaté que la séparation se fait mieux à la lumière électrique) et d'un atomiseur destiné à injecter la solution sous une forme très divisée.

Les slimes sont les mêmes que dans les autres procédés.

La rotation favorise le dépôt et en garantit la plus grande pureté en assurant l'expulsion énergique des bulles gazeuses et des impuretés. Le procédé est dix fois plus rapide que les autres, d'après l'inventeur, et il donne un métal notablement plus résistant.

M. Cowles compte que, dans un avenir prochain, sa méthode pourra être appliquée, d'une façon étendue, peut-être même à l'extraction directe. HENRY.

## LE TRANSFORMATEUR DE FRÉQUENCE [1]

Le couplage en parallèle de petites distributions d'électricité avec des centrales desservant des centres de grande surface (*Ueberlandzentralen*) prend, surtout en Suisse, de plus en plus d'importance. La puissance de la petite installation et sa sécurité sont ainsi de beaucoup augmentées. Dans ces conditions, l'on n'a guère à considérer que le courant triphasé à haute tension, qui peut, au moyen de transformateurs statiques, être amené à la tension voulue. On peut cependant également coupler, au moyen du transformateur Scott, des installations di- et triphasées de même fréquence.

Si les fréquences des deux installations ne sont pas identiques, on doit employer un *transformateur de fréquence*, qui doit être intercalé entre les deux réseaux à coupler.

Un tel transformateur de fréquence peut être constitué par deux machines synchrones couplées, de fréquence correspondant à celle de chacun des réseaux et dont l'une travaille comme moteur et l'autre comme génératrice. Le transformateur peut, en outre, être constitué par un moteur asynchrone et un générateur synchrone, ou bien vice versa, ou bien enfin par deux machines asynchrones. Chacun de ces systèmes a ses avantages et ses inconvénients.

Le transformateur de fréquence synchrone possède les avantages des machines synchrones en général, en particulier celui d'avoir un facteur de puissance favorable, grâce à l'excitation à courant continu. Les machines synchrones surexcitées peuvent fournir un courant magnétisant, et, par suite, décharger les machines et la ligne, et ainsi diminuer la chute de tension. Comme désavantages, on doit utiliser un moteur auxiliaire pour amener une machine synchrone à sa vitesse normale. En outre, le transformateur doit être branché en parallèle sur les deux réseaux, ce qui exige relativement beaucoup de temps et une grande attention, et cela d'autant plus que le transformateur n'est pas à la station génératrice; car alors on ne peut agir sur la fréquence ni de l'un ni de l'autre réseau.

Un autre désavantage est qu'en général un moteur synchrone cale plus facilement qu'un moteur asynchrone et que la remise en marche exige un certain temps.

Le second type de transformateur, moteur asynchrone et génératrice synchrone, ou bien vice versa, tient le milieu entre le premier et le troisième système.

Les avantages de l'emploi d'une machine asynchrone est que l'on n'a pas besoin de coupler en parallèle, ou que l'on a, au plus, un couplage à effectuer. En outre, le moteur asynchrone a moins de tendance à caler et n'exige pas une installation de moteur pour son démarrage.

La résistance de démarrage à employer est relativement meilleur marché que l'installation de démarrage d'un moteur synchrone.

Un avantage important est qu'en intercalant une résistance réglable dans le circuit du rotor, le transformateur est indépendant, dans de certaines limites, de la variation relative de fréquence des deux réseaux, et cela automatiquement.

Le plus grand désavantage de la machine asynchrone est qu'elle emprunte son excitation au réseau et, par cela, fait augmenter l'intensité du courant et par conséquent les pertes dans la canalisation et la chute de ten-

[1] E. Pfiffner, *Schweizerische elektrotechnische Zeitschrift* des 22, 29 août et 5 septembre.

Digitized by Google

sion ou respectivement fait augmenter les dimensions de la canalisation. Ce désavantage double quand on emploie deux machines asynchrones.

Ce n'est donc que dans peu de cas que l'on fait usage du transformateur purement asynchrone, d'autant plus que l'on peut en réaliser presque tous les avantages au moyen d'un groupe moteur asynchrone et génératrice synchrone. Il faut ajouter, en outre, que le générateur asynchrone ne peut fonctionner que quand il est en parallèle avec des génératrices synchrones, et que, quand celles-ci sont arrêtées, il ne peut plus fonctionner.

Suivant les circonstances, les avantages et les défauts signalés ci-dessus se font plus ou moins sentir; en général cependant, ces considérations ne sont pas suffisantes pour que l'on puisse en tirer une conclusion sur l'emploi du système le plus convenable; il faut encore éclairer certains points qui sont en relation intime avec le genre d'utilisation, c'est-à-dire la transmission d'une certaine puissance d'un réseau à un autre.

Il s'agit principalement de la manière dont se comportent les deux groupes de machines par rapport aux variations de fréquence et de puissance, tant dans un réseau que dans l'autre, et de l'influence de ces variations sur le fonctionnement. La solution de cette question est possible sous une forme élémentaire, et les quelques considérations suivantes pourront servir dans la détermination du choix des machines à adopter suivant le cas.

Dans ce but, l'auteur fait quelques suppositions, plus ou moins réalisées dans la pratique. En premier lieu, il admet que les deux centrales à coupler sont de puissances très différentes, de sorte que la tension et la fréquence dans le réseau le plus important, qu'il désigne sous le nom de grand réseau, ne sont pas influencées par le petit réseau. En outre, le grand réseau doit fournir de l'énergie au petit réseau. L'auteur considère le rapport de la puissance du transformateur à celle de la petite centrale comme une variable; la puissance du transformateur est, en général, plus faible que celle de la petite centrale.

L'auteur admet que, pour une cause quelconque, la fréquence dans le grand réseau varie; en réalité, ce fait se produit le plus souvent dans les faibles installations; mais cependant dans une grande installation il peut se produire quand elle fournit de l'énergie, par exemple, pour la traction. On peut négliger l'influence de la variation de fréquence du petit réseau sur celle du grand, c'est-à-dire considérer la variation du grand réseau comme indépendante.

Afin que des alternateurs puissent être couplés en parallèle d'une manière satisfaisante, il faut que, dans le cas de régulation automatique, les régulateurs de vitesse aient des qualités statiques, c'est-à-dire qu'à chaque position du contrepoids corresponde une vitesse angulaire donnée, de sorte que les générateurs, entre la marche à vide et à pleine charge, aient une chute de 3 à 6 pour 100, qui peut être ensuite modifiée à la main.

L'auteur traite mathématiquement d'abord le cas d'un transformateur avec moteur et génératrice synchrones, et arrive à la conclusion suivante.

Si le transformateur est relativement de faible puissance vis-à-vis de celle du petit réseau, il peut, dans le cas de variations, même faibles, de la fréquence du grand réseau, travailler dans de mauvaises conditions. Si la chute de vitesse entre la marche à vide et à pleine charge des génératrices du petit réseau est forte, cela a une influence avantageuse. Quand le transformateur a à peu près la même puissance que les génératrices du petit réseau, celles-ci peuvent fonctionner avec les turbines complètement ouvertes sans régulation.

L'auteur traite ensuite le cas où la fréquence du grand réseau ne varie pas et la charge du petit réseau varie.

Dans le cas où la charge du petit réseau diminue, comme la fréquence de ce réseau est maintenue fixe par le transformateur (réglé par le grand réseau), la vitesse des générateurs ne peut varier. Les régulateurs de vitesse ne peuvent entrer en fonctionnement, et l'énergie débitée par les génératrices ne varie pas. La variation de charge se fait simplement sentir au transformateur. Si la chute de charge du petit réseau est plus grande que la puissance du transformateur, celui-ci travaille négativement, et fournit de l'énergie au grand réseau.

L'auteur étudie ensuite le transformateur de fréquence constitué par un moteur asynchrone actionnant une génératrice synchrone.

Dans le cas où la fréquence du grand réseau varie, par exemple, augmente, comme le couplage entre les deux réseaux n'est plus, comme dans le cas précédent, pour ainsi dire absolument rigide, la fréquence du petit réseau n'a pas besoin de suivre aussitôt la variation de celle du grand réseau. En premier lieu, le glissement du moteur asynchrone augmente, de sorte qu'il absorbe plus de puissance. Comme la charge du petit réseau ne varie pas, la puissance fournie par les générateurs diminue. Par suite de cette diminution de puissance, la vitesse des générateurs augmente peu à peu, et il se produit alors un nouvel état d'équilibre.

L'auteur étudie graphiquement ce cas, et traite celui résultant de la non-sensibilité des régulateurs de vitesse des générateurs du petit réseau.

Le cas d'un transformateur comportant deux machines asynchrones ne diffère pas beaucoup du précédent.

La conclusion est que le transformateur asynchrone est moins sensible que le transformateur synchrone aux variations de fréquence et aux différences de régulation des deux réseaux. Cela ne veut pas dire que, dans tous les cas, le transformateur synchrone travaille plus mal que le transformateur asynchrone. Dans le cas où le grand réseau a une fréquence bien régulière, que le petit réseau est relativement faible, que la puissance du transformateur est relativement grande, les considérations précédentes tombent, ou tout au moins perdent de leur importance. Spécialement dans le cas de transformateurs puissants, où le facteur de puissance joue un certain rôle,

Digitized by Google

le transformateur synchrone pourrait rendre des services signalés.

Dans chaque cas donc, il faut soigneusement étudier tous les facteurs qui peuvent avoir de l'influence avant de se décider pour le choix d'un système. F. L.

## SUR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS

Les expériences que nous avons signalées dans notre numéro du 25 octobre 1908, étaient faites dans le but de déterminer la valeur nocive d'une lumière artificielle, étant admis *a priori* que cette nocivité est une fonction de la richesse de la lumière considérée en rayons ultra-violets. Or, les essais faits récemment par le Dr Voege, essais relatés par l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, tendent à démontrer que la lumière solaire, pour laquelle nos yeux doivent, bien entendu, être adaptés, contient un spectre ultra-violet bien plus riche, en général, que celui des lumières artificielles réputées les plus dangereuses.

Les expériences du Dr Voege, qui n'ont d'ailleurs qu'une valeur comparative, ont été conduites avec le plus grand soin.

Dans une première série d'essais, on a déterminé la proportion de rayons ultra-violets réfléchis par une surface blanc mat éclairée d'une part par le soleil ou la lumière du jour, de l'autre par une lumière artificielle. Deux moitiés d'une plaque photographique furent exposées respectivement devant l'écran éclairé comme nous venons de le dire : la distance des sources lumineuses artificielles ayant, au préalable, été réglée de telle sorte que l'éclairement était égal à celui produit par la lumière solaire pour les yeux de l'observateur. Toutes les lentilles employées dans l'appareil étaient en quartz, pour éviter l'absorption des rayons ultra-violets, et on avait interposé entre les surfaces éclairées et la plaque photographique une sorte de filtre formé par un récipient en quartz rempli avec une solution de nitroso-diméthylaniline ; ce filtre, qui est transparent pour les rayons ultra-violets, était destiné à absorber tous les rayons lumineux du spectre visible ; les rayons actiniques du spectre visible sont d'ailleurs aussi absorbés par ce filtre, de telle sorte que les actions chimiques entrant en jeu pour impressionner la plaque photographique étaient dues uniquement aux rayons ultra-violets.

Les expériences faites avec cet appareil démontrent que, pour un éclairement donné des écrans blancs, la proportion de rayons ultra-violets dans la lumière réfléchie est presque toujours plus grande dans le cas de la lumière solaire que dans celui des lumières artificielles. Cette conclusion est vraie, même pour la lampe à vapeur de mercure en tube de quartz, bien que la différence fût à peine visible lorsque la comparaison était faite avec la lumière solaire par un temps clair.

De cette série d'expériences l'auteur conclut que, les rayons ultra-violets étant en plus grande proportion dans la lumière solaire que dans les sources artificielles que nous employons habituellement, ce n'est pas à eux qu'est imputable la fatigue des yeux.

La seconde série d'essais fut faite pour comparer la proportion des rayons ultra-violets contenus dans la lumière réfléchie par un miroir métallique éclairé par la lumière solaire avec ceux que contient la lumière provenant directement d'une source artificielle.

Des plaques photographiques furent exposées, pendant un temps donné à travers un spectrophotomètre, aux différentes lumières à comparer. Les lampes à arc étaient placées à la distance de 1 m et les lampes à incandescence à 40 ou 60 cm de l'appareil. On trouva tout d'abord que le spectre ultra-violet de la lumière solaire est beaucoup plus étendu que celui des sources lumineuses artificielles ; l'intensité des rayons ultra-violets est aussi beaucoup plus grande dans le premier cas.

D'autres essais démontrèrent que la lumière solaire réfléchie par un mur blanc donne un éclairement de beaucoup supérieur à celui de la lumière directe d'un arc flamme de 2000 bougies placé à 2 m ; dans le cas de la lumière solaire réfléchie, le spectre est beaucoup plus étendu dans la région ultra-violette et l'intensité des rayons visibles beaucoup plus grande.

L'auteur conclut de ses expériences que l'action nocive produite sur la vue par les sources lumineuses artificielles doit être due à l'inégale intensité de la lumière dans le champ visuel bien plutôt qu'à la présence de rayons ultra-violets plus ou moins abondants.

Ces conclusions semblent assez probables, puisqu'il est démontré que la proportion des rayons ultra-violets est plus grande dans la lumière solaire que dans la lumière de nos sources artificielles ; il faut y ajouter, comme une cause certaine de l'action sur la vue des lumières artificielles, la fatigue qui résulte pour l'œil de la prolongation factice du jour. Il est bien certain que l'inégalité dans la répartition de la lumière artificielle vient augmenter considérablement cette fatigue et qu'on doit se proposer de remédier à cette mauvaise répartition.

Malheureusement si ce problème est facile à résoudre par l'emploi d'un éclairage par diffusion (arcs renversés, plafonds lumineux), cette solution, qui est la seule parfaite, est très coûteuse et ne peut par suite être employée dans la majorité des cas ; d'autant qu'elle exige des conditions particulières (parois blanches, plafonds transparents) qui ne peuvent être réalisées que dans des installations bien spéciales.

Le seul moyen dont nous disposons dans tous les cas est de placer la source lumineuse dans une enveloppe suffisamment diffusante pour soustraire à la vue le foyer lumineux dont l'éclat fatigue les yeux. Cette solution, quoique imparfaite, est encore très coûteuse, puisque la diffusion ne peut être obtenue que par une absorption plus ou moins importante de la lumière émise par la source ; néanmoins, elle s'impose d'une façon d'autant

Digitized by Google

plus impérieuse que l'éclat de la source est plus intense.

La perte par absorption étant plus grande à mesure que l'éclat de la source augmente, on peut se demander si l'augmentation du rendement lumineux qui est obtenu dans quelques sources lumineuses, comme la lampe à incandescence, par l'augmentation de la température du foyer, ne sera pas compensée en partie, pour ces sources, par la perte par absorption. Certaines sources lumineuses, comme les lampes à vapeur de mercure, les tubes Moore, si on admet les conclusions du Dr Voege, semblent constituer des lumières artificielles beaucoup moins dangereuses pour la vue. A. Bainville.

## FOUR MIXTE ROCHLING-RODENHAUSER

### POUR LA SIDÉRURGIE

Le principe du four Röchling-Rodenhauser pour la sidérurgie a été indiqué dans cette même revue en avril dernier; depuis cette date, quelques modifications intéressantes y ont été apportées.

Ainsi qu'il a été dit dans l'article auquel nous faisions allusion, l'appareil en question, dû à MM. Rodenhauser et Schonawa, est une combinaison du four à induction Kjellin et du four à résistance, caractérisée par l'emploi simultané des deux modes de chauffage, inductif et conductif (Röchling, *Verein deutscher Eisenhüttenleute*, 9 décembre 1906; Engelhardt, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 31 octobre 1907; H. Wedding, *Stahl und Eisen*, n° 45, 1907; *Electroch. and metall. Industry*, janvier 1908).

Le canal de fusion est en forme de 8, les deux boucles, enveloppant chacune l'une des branches du noyau inducteur, chauffées par les courants qui induisent les variations du flux, et la partie moyenne, élargie en chambre de travail, recevant, par conduction, du courant d'un enroulement secondaire alimenté lui-même inductivement. L'adjonction de cet enroulement secondaire améliore électriquement le four en en relevant le facteur de puissance. D'autre part, la chambre de travail facilite les opérations métallurgiques.

Le circuit magnétique est de forme carrée, avec noyaux de section oblongue et constitué par des tôles de fer doux dans l'empaquetage desquelles sont ménagés des canaux de ventilation.

Il y a une bobine primaire sur chaque noyau et une bobine secondaire (celle-ci fournissant le courant pour le chauffage par résistance de la chambre de fusion) entre lesquelles sont ménagés, de même qu'entre le noyau et la masse, des intervalles à parois de cuivre mince où l'on envoie de l'air pour la réfrigération, au moyen de tuyères.

Dans son ensemble, le four a l'aspect du four Martin.

Il sert principalement à la transformation du fer Thomas (décarburé et désoxydé et recarburé) ou, d'une façon générale, de fers contenant encore une proportion relativement grande de soufre (0,2 pour 100 ou plus) et de phosphore (0,05 pour 100) et que l'on transforme rapidement, au moyen dudit four, en un acier de haute pureté (0,006 P, 0,02 S, en partant d'un métal à 0,1 pour 100 de P et 0,1 de S, en 1h,15 à 2 heures) (J. Härden, *Faraday Society*, 23 juin 1908; — *Stahl und Eisen*, 15 juillet 1908).

Il est également à préférer au four Kjellin pour les capacités de 5 tonnes ou plus.

La masse, qui est composée de briques réfractaires, est garnie d'un revêtement basique : de la magnésie avec 10 à 12 pour 100 de goudron, que l'on tasse autour d'une forme, suivant ce qui a été dit antérieurement.

Les électrodes servant à l'introduction du courant dans la chambre de travail sont formées de tôles d'acier ondulées, recouvertes d'un mélange de magnésie, de dolomie et de goudron. Ces plaques sont neutres; elles ne plongent pas dans le métal et ne produisent pas d'arc; le courant n'y passe que lorsque le revêtement est déjà chauffé. Après trois mois d'usage, elles sont à peine corrodées (J. Härden, *Faraday Society*, 23 juin 1908).

Le canal est surmonté pendant toute la durée des opérations, de couvercles d'échappement.

La carcasse est inférieurement de forme semi-cylindrique et repose sur des rouleaux, de façon à ce que l'on puisse faire basculer le tout pour l'enlevage du laitier et la coulée.

On charge le four par une porte dont il est muni à l'arrière et qui sert également au travail; le trou à coulée se trouve du côté opposé; c'est également une porte assez grande que l'on emploie éventuellement pour l'introduction des charges solides et du fondant.

Pour mettre l'appareil en marche, on le chauffe à l'aide d'anneaux de fer doux placés dans le canal et que l'on porte à 900-950°. On y charge ensuite de la fonte brute liquide du haut-fourneau, qu'on laisse dans le canal jusqu'à ce que la température soit suffisante (la durée de cette phase est de 18 heures à Völklingen). On déverse la matière en fusion, sauf une réserve de 800 kg qui reste dans l'appareil. L'opération proprement dite commence alors, elle se fait dans les mêmes conditions qu'avec un Martin.

Au point de vue électrique, d'après un compte rendu donné par M. le professeur Wedding, le réglage de la température, obtenu en agissant sur le courant est très précis et le fonctionnement absolument uniforme (Dr H. Wedding, *Stahl und Eisen*, n° 45, 1907), comme le montrent les courbes d'intensité, de tension et de puissance relevées par divers expérimentateurs.

La constance de la puissance absorbée met les génératrices à l'abri des à-coups. Le facteur de puissance est généralement très élevé; il atteint en moyenne 0,875 pour les appareils de 3 à 5 tonnes alimentés en courant à 5 périodes. La consommation d'énergie est de 120 à 150 kw par tonne d'acier en partant du métal chaud

Digitized by Google

(J. Härden, *Faraday Society*, 23 juin 1908). Économiquement, le four Röchling-Rodenhauser simple est donc satisfaisant.

Néanmoins, on peut considérer comme constituant encore un certain inconvénient la nécessité d'employer avec les appareils de cette espèce du courant alternatif simple.

Pour remédier à cela, la *Gesellschaft für Elektrostahlanlagen* s'est appliquée à réaliser des fours triphasés; elle a atteint le but visé (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 juin 1908, Supp.); la Société Siemens-Halske, qui est chargée de la construction de ses appareils, est actuellement en mesure de construire des fours du système mixte Röchling-Rodenhauser pour courants triphasés à 50 périodes ayant une capacité de 3000 kg.

Quatre types sont présentés :

| Numéros. | Capacité en kg. | Consommation en kw. | Facteur de puissance. |
|---|---|---|---|
| 0 | 500 à 750 | 100 | 0,85 |
| 1 | 1000 | 175 | 0,80 |
| 2 | 1000 à 1500 | 275 | 0,70 |
| 3 | 3000 | 350 | 0,60 |

Le réglage de la température se fait, pour les petits appareils, en connectant les enroulements soit en étoile, soit en triangle, et, pour les grands, en modifiant la tension aux bornes du primaire.

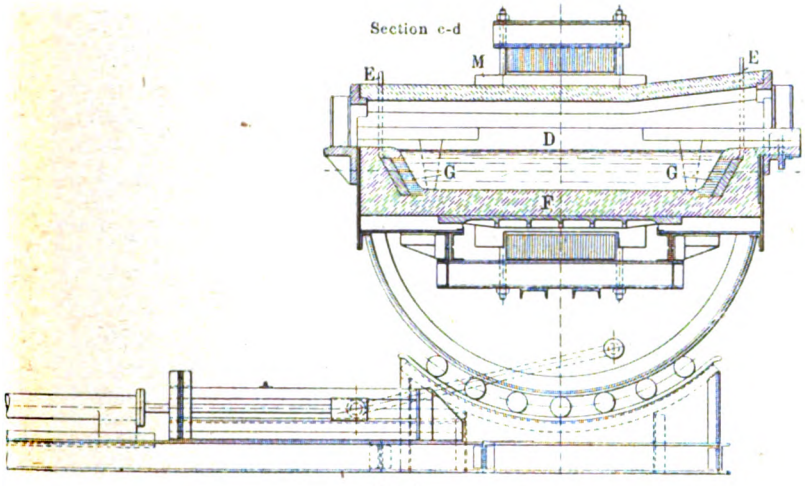



Fig. 1.

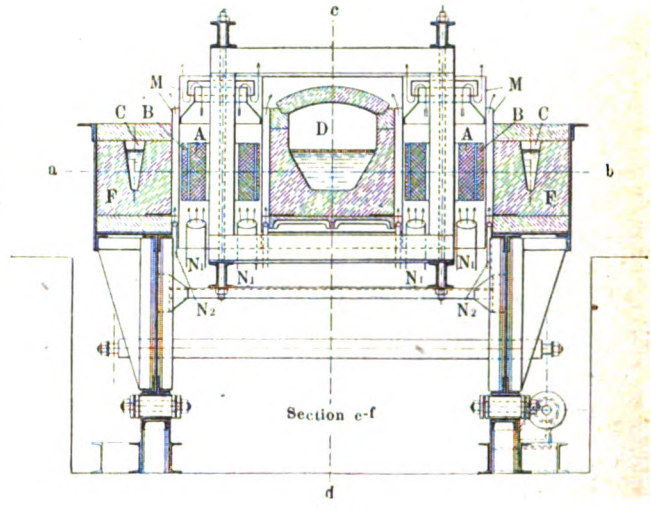



Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Four électrique pour charge de 3 tonnes. — Système Röchling-Rodenhauser; simple, 50 périodes, 5000 v.
A, bobine primaire. — B, bobine secondaire. — C, canal de fusion. — D, chambre de travail. — E, plaques polaires. — F, maçonnerie et revêtement. — G, revêtement des plaques polaires. — H, noyaux. — M, boîtes de réfrigération. — N, tuyères.

Dans ce modèle triphasé, le bain comprend une branche médiane servant de chambre de travail et communiquant avec trois boucles de métal en fusion qui sont le siège des courants induits. L'espace central de chaque boucle donne passage à une des traverses du noyau magnétique, lesquelles reçoivent chacune une bobine primaire et une bobine secondaire. Les circuits des bobines secondaires sont complétés par des pièces polaires logées dans la partie des parois formant promontoire entre les boucles, par ces parois et par le bain.

Un four triphasé de 1000 à 1500 kg est en fonctionnement aux Forges et Aciéries Röchling, à Völklingen, où il est alimenté par la distribution locale, sous 450 volts, 50 périodes.

Ces mêmes établissements possèdent depuis 1907, outre un Kjellin de 8500 kg, un four simple de 3500 kg, alimenté à 3000 volts, 5 périodes. Quoiqu'il soit installé dans des conditions très défavorables, et exposé à toutes les intempéries de même qu'aux poussières, ce four a donné des résultats des plus favorables. Il sert au raffinage du fer Thomas fabriqué à l'usine. On emploie comme fondant une chaux calcinée contenant 6 pour 100 de magnésie, et à laquelle on ajoute pour cette raison un peu de spath-fluor pour donner la fluidité voulue au laitier; on affine au moyen de battitures. L'affinage obtenu, on épaissit le laitier par une addition de chaux calcinée; on l'extrait en faisant basculer le four; on forme un nouveau laitier pur en ajoutant de la chaux et du spath; on désoxyde par le ferro-silicium. On additionne ensuite les matières destinées à donner au produit la qualité désirée.

Pour obtenir des aciers très durs, on désulfure à l'aide du manganèse et en élevant la température aussi haut qu'il est possible; grâce au chauffage énergique que permet la force électrique, la désulfuration est rapide.

La déphosphoration se fait également de façon remarquable.

Le service d'un four est assuré par trois ouvriers : un électricien et deux affineurs.

L'acier obtenu est d'une texture très compacte, et il est généralement coté à un prix supérieur d'une quarantaine de francs à celui du fer Thomas ou Martin (25 à 45 shellings) (J.-B.-C. Kershaw, *Electrician*, 7 août 1908).

Il est employé pour la fabrication des rails (aiguillages

Digitized by Google

et croisements) ; le gouvernement prussien en est l'acquéreur principal (J. Härden, *Faraday Society*, 23 juin 1908).

Quant au prix de fabrication, M. Wedding a donné, d'après les résultats constatés à Völklingen, les évaluations suivantes (*Stahl und Eisen*, n° 45, 1907) pour un four de 5 tonnes :

| | |
|---|---|
| Four et accessoires. Frais d'installation. . . . | 212 500,00 fr. |
| Intérêt à 5 pour 100. Amortissement à 10 pour 100. par an. . . . . | 31 875.00 |
| Soit (à raison de 250 jours de travail et 8 coulées de 5 tonnes par jour) par tonne . . . . | 5.1875 |
| Force 500 kw-h à 0,05 M. par tonne . . . . . | 18.75 |
| Fondants-pertes de fer, par tonne . . . . . | 5.125 |
| Frais de revêtement (durée, 100 coulées) par tonne. . . . . | 1.875 |
| Mise en feu, par tonne. . . . . | 1.25 |
| Salaire (5 ouvriers 6,25 fr donnant 4 coulées) par tonne. . . . . | 0.9575 |
| Total. . . . . | 29.1250 fr. |

On construit en ce moment un nouveau Röchling-Rodenhauser de 8500 kg pour les mêmes aciéries (Engelhardt, *Lumière électrique*, 5 septembre 1908).

Un autre four Röchling simple pour le traitement de la fonte, de 800 kg de capacité, 250 kw, a été monté pour les forges d'Eich, à Dommeldange, dans le Luxembourg.

Cette installation présente une particularité très notable, c'est que le courant y est produit en utilisant pour la force motrice des moteurs à combustion interne alimentés avec les gaz des hauts-fourneaux.

On a réalisé ainsi la combinaison la plus rationnelle et qui se généralisera sans aucun doute dans l'avenir.

On augmentera sous peu l'équipement ci-dessus de deux fours simples de 3000 kg pour le traitement de la fonte, et d'un de 1500, triphasé celui-ci, pour l'affinage de l'acier.

Sont en montage : un four triphasé de 1000 kg, 200 kw, pour l'affinage de l'acier, à Liège, pour la Société des Aciéries liégeoises, et un de 5000 kg, 500 kw à Remscheid, pour la Société Richard Lindenberg (E. Trasenster, *Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège*, 16 février 1908).

Un four d'expérience à induction de 80 kw a servi à M. Härden, ingénieur de la Compagnie Grondal-Gellin, à Londres, pour des recherches très intéressantes.

M. Härden a étudié le phénomène de la « pince » et divers autres relatifs à la fluidité de l'acier, etc. ; il a aussi dressé la courbe de tension du four, dont certaines variations demandaient une explication. HENRY.

---

PROCÉDÉ SIMPLE

POUR LA

## MESURE DE LA RÉSISTANCE DES ÉLECTROLYTES

Il est parfois utile de connaître la résistance, soit d'une terre de paratonnerre, soit d'un électrolyte quelconque, et l'on sait que dans ces conditions une simple mesure au pont de Wheatstone ne donne que des valeurs erronées du fait de la polarisation.

M. G. Athanasiadis vient d'indiquer un procédé simple utilisable presque partout, puisqu'il ne nécessite qu'un téléphone et un condensateur. La source de courant peut être soit un alternateur ou une distribution à courant alternatif à 110 volts soit même simplement une dynamo ou un réseau à courant continu à 110 ou 120 volts.

La résistance à mesurer est mise en série avec une résistance réglable étalonnée (rhéostat industriel, par exemple), et le circuit ainsi constitué est relié à la source à courant continu en intercalant un petit condensateur. On prend ensuite un téléphone et on sépare les fils aboutissant aux deux bobines de l'électro-aimant qu'il contient ; l'une des bobines est reliée aux bornes de la résistance à mesurer, l'autre aux bornes de la résistance étalon.

En écoutant dans le téléphone, on entend nettement le bruit caractéristique des balais de la dynamo sur le collecteur (en réalité ce son provient de ce que la tension fournie par une dynamo peut être supposée composée d'une tension continue fixe à laquelle se superpose une tension alternative dont la fréquence dépend du nombre de lames du collecteur).

On fait varier la résistance étalonnée jusqu'à ce que le son dans le téléphone passe par un minimum et à ce moment la résistance indiquée par le rhéostat étalonné est égale à celle de l'électrolyte.

Le téléphone à deux bobines séparées devient, en effet, un appareil différentiel, et si ses bobines sont identiques, ce qui est pratiquement le cas, il cessera d'émettre un son sitôt que les résistances aux bornes desquelles il est relié seront identiques.

Nous avons essayé cette méthode et elle nous a paru très simple et très facile à appliquer ; elle a l'avantage de ne pas demander un matériel compliqué et de donner la valeur des résistances électrolytiques pour les fréquences auxquelles on les utilise, en particulier pour les résistances de parafoudres destinées à limiter l'intensité du courant de fuite du réseau.

Il est bon cependant de faire remarquer que la résistance des bobines du récepteur téléphonique employé, doit être de l'ordre de grandeur des résistances à mesurer ; si elle est trop faible, la sensibilité diminue et la méthode devient incertaine. Il est préférable alors d'employer un pont de Wheatstone, alimenté par le courant alternatif en se servant du téléphone comme appareil de zéro.

Malgré tout, ce procédé pourra être utilisé dans bien des stations centrales où l'on peut toujours trouver un récepteur téléphonique et un rhéostat étalonné ; il pourra être très utile, en particulier, pour évaluer rapidement la résistance de terres ou simplement pour connaître la valeur des résistances liquides insérées dans le circuit des parafoudres. Il nous a paru intéressant de le signaler.

A. SOULIER.

---

Digitized by Google

RECTIFICATIONS

A LA

# STATISTIQUE DES STATIONS CENTRALES

Nous avons reçu les renseignements complémentaires suivants qui complètent nos tableaux.

**Tunis.** — 200.000 habitants. Compagnie du gaz et régie intéressée des eaux, 1902. — Moteurs : à gaz pauvre de 400 chx, à vapeur Belleville de 600 chx, 4 dynamos cont. de 75 kw, 2 cont. et alt. de 250 kw. Société Alsacienne Belfort. Courants triph. 5000 v et 50 p:s, cont. 220 v. Distribution : triph. 110 v et cont. 2 × 110 v. Acc. Tudor. Gaz 55 et 50 c. le m³. A ajouter comme stations centrales dans la même région :

Sousse, Sfax et Bizerte.

**Brive (Corrèze).** — Concessionnaire : *au lieu de* Mondot et Vinatier, *lire* Jean Marsalès et Cie.

**Compiègne.** — Concessionnaire : *H. Fontaine* et *Ph. Boisserand*, 3 chaudières Belleville, 2 machines Lentz de 300 chx, 1 demi-fixe Lang de 100 chx, dynamos Gramme et Thomson-Houston. Courant continu 2 × 220 volts. Prix de l'énergie, 0,90 fr le kw-h pour éclairage, 0,40 fr pour force motrice. Gaz, le m³ 0,20 fr.

**Boulogne-sur-Mer.** — La Société Boulonnaise ne distribue que du courant continu à 110 ou 220 volts. Pour une partie de son réseau elle reçoit à son usine du courant triphasé à 50 p:s des aciéries d'Outreau, mais elle le transforme en continu.

**Isques, Saint-Léonard, Saint-Étienne-au-Mont, Condette, Samer, Outreau, Saint-Martin, Wimille, Carly, Hesdigneul, Le Portel** sont alimentés par la Compagnie d'éclairage du Boulonnais en courant triph. à 50 p:s et non 42 p:s. Transformateurs Schneider et Westinghouse.

**MM. Giros et Loucheur** nous communiquent les renseignements suivants :

1° Bordeaux. — La Société Française de distributions et de constructions électriques, le secteur Versein et Chantecaille, la Société centrale d'électricité, le secteur Bussy ont disparu et la Compagnie du Gaz est entrée en liquidation le 1er juillet 1904 pour être remplacée par la Compagnie générale d'éclairage de Bordeaux.

Actuellement, cette dernière Compagnie exploite l'électricité par son usine de Baccalan, concurremment avec la *Société d'Éclairage électrique de Bordeaux et du Midi* qui possède l'usine du Temple ; ces usines à vapeur seront bientôt alimentées par le courant fourni par l'usine hydraulique de l'Énergie électrique du Sud-Ouest, à Tuilière. En dehors des deux sociétés sus-indiquées, deux usines dans les quartiers de la Bastide et de la Gare du Midi sont exploitées par M. Tricoche.

Loin d'être une ville où la distribution d'énergie est libre sans charge ni redevance, le cahier des charges en vigueur depuis le 1er juillet 1904 fixe une redevance et de nombreuses charges ainsi qu'un tarif maximum, soumis aux variations d'une double échelle, en sorte que le prix de l'énergie est pour les particuliers de 70 centimes le kw-h éclairage et 40 centimes le kw-h force motrice.

2° Nord. — L'usine de l'*Énergie électrique du Nord* à *Wasquehal* n'alimente pas Lille. Les canalisations sont aériennes et souterraines.

3° Région du Centre. — La Société des Forces hydro-électriques du Cher, qui se trouve indiquée à plusieurs reprises dans nos tableaux, a été dissoute et se trouve remplacée par l'*Énergie électrique du Centre*.

La **Société Tudor** nous informe que les villes ci-après ne possèdent plus de batteries d'accumulateurs :

*Montluçon* (*Allier*), Compagnie du Gaz de Montluçon.

*Nantes* (*Loire-Inférieure*), Société nantaise d'Éclairage et de Force.

*Amiens* (*Somme*), Compagnie générale d'Électricité.

D'autre part les stations suivantes comportent des accumulateurs de cette société :

*Bourg Saint-Andéol* (*Ardèche*), Société anonyme locale ; — *Saint-Peray* (*Ardèche*), Maljournal et Bourron ; — *Charleville* (*Ardennes*), Compagnie des Tramways électriques ; — *Estissac* (*Aube*,) Société champenoise d'Électricité ; *Touques* (*Calvados*), Société normande d'Électricité ; — *Valence* (*Drôme*), Société d'Éclairage ; — *Les Andelys* (*Eure*), Meurdrac ; — *Pont-Audemer* (*Eure*), Hébert et Visto ; — *Saint-Laurent-le-Minier* (*Gard*), Société des Mines de Malines ; — *Saint-Jean-de-Bournay* (*Isère*), Mme Bonnet ; — *Chazelles-sur-Lyon* (*Loire*), Société des Tramways de Viricelles-Chazelles ; — *Clisson* (*Loire-Inférieure*), Ch. Raould ; — *Pont-de-Borde* (*Lot-et-Garonne*), F. Sicard ; — *Sourdeval* (*Manche*), Gabriel ; — *Valognes* (*Manche*), l'Urbaine électrique, 240 wolts ; — *Saint-Hilaire-du-Harcouet* (*Manche*), Société anonyme locale ; — *Reims* (*Marne*), Compagnie du Gaz ; — *La Ferté-Champenoise* (*Marne*), Société Fertonne d'éclairage Électrique, 110 volts ; — *Montier-en-Der* (*Haute-Marne*), Jules Percheron ; — *Gorron* (*Mayenne*), Gendron frères ; — *Euville* (*Meuse*), Municipalité ; — *Ploermel* (*Morbihan*), Le Bouhellec ; — *Lorient* (*Morbihan*), Arsenal ; — *Roubaix* (*Nord*), Sociétés diverses ; — *Maroilles* (*Nord*), Société des Tanneries de Maroilles ; — *Valdampierre* (*Oise*), Municipalité 240 v. ; — *Acy-en-Multien* (*Oise*), Menot père et fils ; — *Henonville* (*Oise*), Petit-Jarlet ; — *Boulogne-sur-Mer* (*Pas-de-Calais*), Société Boulonnaise d'Électricité ; — *Havrincourt* (*Pas-de-Calais*), Marquis d'Havrincourt ; — *Laventie* (*Pas-de-Calais*), Société Électrique ; — *Châtel-Guyon* (*Puy-de-Dôme*), Compagnie générale d'Eclairage électrique ; — *Nay* (*Basses-Pyrénées*), Société Électrique des Pyrénées ; — *Perpignan* (*Pyrénées-Orientales*), Société Hydro-Électrique Roussillonnaise ; — *Le Creusot* (*Saône-et-Loire*), Éclairage des Usines ; — *Saint-Marcel* (*Saône-et-Loire*), M. Bidault ; — *Fougerolles* (*Haute-Saône*), Bardot et Cie ; — *Le Mans* (*Sarthe*), A. Bullaun, Compagnie du Gaz ; — *Seyssel* (*Haute-Savoie*), Rothonod ; — *Scionzier* (*Haute-Savoie*), Vve Vuarchex et Fils ; — *Puteaux* (*Seine*), Compagnie de l'Ouest Parisien ; — *Saint-Denis* (*Seine*), Société d'Électricité de Paris ; — *Elbeuf* (*Seine-Inférieure*), Compagnie Elbeuvienne d'Électricité ; — *Blangy* (*Seine-Inférieure*), Chalufour et Cie ; — *Saint-Aubin-les-Elbeuf* (*Loire-Inférieure*), Compagnie de Force Motrice ; — *Montauban* (*Tarn-et-Garonne*), Société Montalbanaise d'Électricité ; — *Montfavet* (*Vaucluse*), Joseph Pernod ; — *Gencay* (*Vienne*), Municipalité ; — *Limoges* (*Haute-Vienne*), Compagnie générale d'Électricité ; — *Veules-en-Caux* (*Seine-Inférieure*), Collet Pelletier.

*Montmédy* (*Meuse*), Société locale, *lire* accu. Tudor *au lieu de* accu. Chatilliez.

*Hennebont* (*Morbihan*), Société anonyme, *lire* accu. Tudor *au lieu de* accu. Dujardin.

*Anse* (*Rhône*), Crozet et Chevalier, *lire* accu. Tudor *au lieu de* accu. Simplex.

De nouvelles stations ont été mises en service pendant la mise au point de nos tableaux ; ce sont :

*Avize* (*Marne*), 1908, Société du Gaz et des Eaux, Compagnie générale de Creil, continu 2 × 240 v, accu. Tudor.

*Vignot* (*Meuse*), 1907, Municipalité, continu 2 × 110 v, accu. Tudor.

Digitized by Google

*Bayonne* (*Basses-Pyrénées*), 1908, Compagnie du Gaz, continu 2 × 240 v, accu. Tudor.

*Rivesaltes* (*Pyrénées-Orientales*), 1908, Ecoiffier (Schneider et Cie), continu 550 v, accu. Tudor.

*Grandrillars* (*Haut-Rhin*), Viellard, Migeon et Cie, continu 120 v, accu. Tudor.

*Morvillars* (*Haut-Rhin*), Viellard, Migeon et Cie, continu 120 v, accu. Tudor.

*Précigné* (*Sarthe*), 1908, Société Électrique, continu 110 v, accu. Tudor.

*Chailly Barbizon* (*Seine-et-Marne*), 1908, Société Électrique, continu 2 × 220 v, accu. Tudor.

*Sainte-Adresse* (*Seine-Inférieure*), 1906, Compagnie Havraise d'Éclairage, continu 550 v, accu. Tudor.

*Nexon* (*Haute-Vienne*), 1908, Station Centrale, continu 2 × 110 v, accu. Tudor.

*Chaumes-en-Brie* (*Seine-et-Marne*), 1908, Société Électrique, continu 110 v, accu. Tudor.

*Carouges* (*Orne*), 1908, Société Électrique, continu 110 v, accu. Tudor.

*Lassay* (*Mayenne*), 1908, Gabriel, continu 120 v, accu. Tudor.

*Nesson* (*Sarthe*), 1908, Société Électrique, continu 120 v, accu. Tudor.

*Saint-Lunaire*, 1908, Laraque et Cie, continu 2 × 110 v, accu. Tudor.

*Aurillac* (*Cantal*), 1908, Compagnie du Gaz, continu 2 × 120 v, accu. Tudor.

*Mohon* (*Ardennes*), 1908, Société l'Est Électrique, continu 220 v, accu. Tudor.

*Veynes* (*Hautes-Alpes*), *lire* Boisseranc (concessionnaire), 1901, hydraulique, vapeur, accu., dyn. Postel-Vinay, 2 fils, cont. 200 volts.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 5 octobre 1908.*

**Les ondes dirigées en télégraphie sans fil et la recherche de la syntonie.** — Note de M. Turpain. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Études sur l'association en série et en parallèle des détecteurs électrolytiques.** — Note de M. Jégou. (Voy. les *Comptes rendus.*)

*Séance du 12 octobre 1908.*

Pas de communication présentant un caractère électrique.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 4 novembre 1908.*

**Rapport sur la Commission électrotechnique internationale**, par M. David. — A la suite de la réunion qui s'est tenue à Londres, le 3 octobre dernier, M. David, un des délégués du Comité français (1), a rendu compte à la Société des Électriciens des résultats très intéressants obtenus par la Commission. Nous reviendrons prochainement sur ce travail, qui intéresse de très près l'industrie française, et nous nous bornerons aujourd'hui à retracer l'historique de la question.

L'idée d'une Commission internationale d'unification prit corps à l'Exposition de Saint-Louis, en septembre 1904; une première réunion eut lieu, au cours de laquelle le colonel Crompton, qui depuis bien des années avait pris une grande part aux questions d'uniformisation, émit le vœu que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des sociétés techniques de chaque pays par la constitution d'une commission chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et d'établir une classification des appareils et machines électriques.

Un comité se forma sous la présidence d'Alexandre Siemens et commença à entrer en correspondance avec les diverses sociétés techniques, les priant de nommer des délégués chargés d'assister à une séance préliminaire qui se tiendrait à Londres en juin 1906.

Cette réunion eut lieu les 26 et 27 juin 1906; quatorze pays s'y trouvaient représentés; les statuts qui y furent rédigés établirent clairement que la Commission ne saurait tomber entre les mains d'aucune coterie, et il était entendu que chaque pays y aurait une place égale, quelle que soit son étendue.

Feu Lord Kelvin fut élu le premier Président, et le colonel Crompton secrétaire honoraire; malheureusement, la Commission éprouva une perte irréparable en la personne son premier Président, décédé le 15 décembre 1907, que devait suivre la perte également très grande du Président du Comité français, M. Mascart.

Dans le but d'aider les autres pays dans leurs propres travaux, on a nommé un sous-comité de *Nomenclature*, sous la présidence de M. Trotter, ingénieur-conseil du *Board of Trade*, et sa première réunion se tint en février 1907, à Londres.

Ce sous-comité a pour mission d'établir une liste des termes employés dans l'industrie électrique avec leurs significations exactes. Un autre sous-comité des *symboles* fonctionne également sous la présidence de Lord Rayleigh; enfin, on va nommer un autre sous-comité d'appareils et de machines électriques, qui s'occupera de toutes les questions pratiques; mais, pour le moment, on est d'avis de limiter les travaux aux questions de nomenclature. La question des étalons lumineux a été portée devant la Commission par le Comité français au cours de la dernière réunion internationale, et elle y a reçu le meilleur accueil. D'autres questions non moins importantes furent également discutées et approuvées.

Succédant à M. David, M. Boucherot entretient ensuite la Société des **Appareils et machines à courant et**

(1) Voy. page 525.

Digitized by Google

**mouvement alternatifs**, Dans cette communication, M. Boucherot expose les propriétés remarquables des moteurs et appareils à mouvement oscillatoire, dont nous avons parlé à propos du Congrès et de l'Exposition de Marseille (1) et sur lesquels nous reviendrons. A. S.

## JURISPRUDENCE

**Sur la responsabilité des écoles techniques en cas d'accidents aux élèves, ou causés par les élèves** (2). — Jusqu'à l'année 1898 la responsabilité des accidents survenus dans le travail ou à l'occasion du travail était régie, comme toute autre responsabilité, par les principes inscrits dans les articles 1382 et suivants du Code civil.

S'agissait-il d'un accident arrivé à un ouvrier ou à un employé, c'était à la victime à établir qu'il y avait eu faute de son patron pour obtenir de lui la réparation du préjudice qui lui avait été causé. S'il ne parvenait pas à faire cette preuve il ne lui était dû aucune réparation. Cette preuve fournie, au contraire, la réparation qui lui était accordée variait à l'infini avec les circonstances dans lesquelles l'accident s'était produit, la capacité de travail de la victime, ses charges de famille, l'appréciation des juges du fond.

S'agissait-il d'un dommage causé soit à un tiers, soit à un autre ouvrier ou employé, par un ouvrier ou employé à l'occasion de ses fonctions, l'article 1384 du Code civil établissait, au contraire, une présomption de faute à la charge de ce patron et le rendait responsable de la réparation du préjudice causé par son commis sans que la victime eût à prouver que le commettant s'était rendu coupable d'un fait ou d'une négligence quelconque.

On rompait ici avec le principe que chacun ne peut être responsable personnellement que des actes par lui accomplis, en vertu de cette idée sans doute, émise déjà par nos anciens auteurs et principalement par Pothier, que le fait d'employer sans se renseigner un homme maladroit ou brutal, ou de le mal surveiller, constitue par lui-même et par lui seul une faute.

Parallèlement à ces principes, et en dehors de toute question de travail, une présomption de faute semblable était édictée par l'article 1384 à l'encontre des instituteurs, *lato sensu*, qui étaient déclarés responsables des faits de leurs élèves, accomplis pendant le temps qu'ils sont placés sous leur surveillance. Cette responsabilité toutefois était moins lourde que celle des maîtres et commettants, en ce sens que, tandis que cette dernière exclut toute preuve contraire, les instituteurs, aux termes de l'article 1384 du Code civil, peuvent se dégager de toute responsabilité s'ils établissent qu'ils n'ont pu empêcher le fait qui donne lieu à cette responsabilité.

Depuis l'année 1898 deux innovations ont modifié ces principes anciens

A. — Une loi du 9 avril 1898 a introduit dans notre législation le principe nouveau du *risque professionnel*, en faisant supporter au chef de l'entreprise les chances d'accidents inhérents à une matière déterminée indépendamment de toute faute. Par le fait de cette loi dont le bénéfice a été étendu postérieurement aux simples employés, les patrons sont responsables de tout dommage survenu à leurs ouvriers par le fait ou à l'occasion de leur travail, sur le lieu du travail ; mais la réparation n'en est plus nécessairement intégrale. Pour pouvoir donner *toujours* à l'ouvrier blessé une indemnité pécuniaire, on s'est borné à la lui donner partielle, de telle sorte qu'avec cette loi, ainsi qu'ont pu le faire remarquer les auteurs les plus autorisés (Planiol, *Traité de Droit civil*, t. II, n° 1869), les ouvriers ont tout à la fois gagné et perdu : ils ont gagné en ce sens qu'ils obtiennent des secours dans les cas où ils n'auraient rien eu autrefois ; ils ont perdu en ce sens qu'ils obtiennent moins qu'autrefois dans le cas où la faute du patron est prouvée. L'introduction de ce principe nouveau a eu pour effet d'élargir la responsabilité des commettants du fait de leurs employés, en substituant à l'idée de défaut de surveillance ou de mauvais choix de ces employés celle d'*entreprise* comme fondement de leur responsabilité.

B. — L'article 1384, en ce qui concerne la responsabilité des instituteurs, ne faisait aucune différence entre l'enseignement public et l'enseignement libre. Une loi du 20 juillet 1899 est venue rompre au contraire l'égalité et établir au profit des membres du premier enseignement un traitement de faveur. Aux termes de cette loi, qui a ajouté un second alinéa à l'article 1384, *la responsabilité civile de l'État est substituée à celle des membres de l'enseignement public*, de telle sorte que, tandis que les instituteurs libres demeurent soumis aux règles que nous avons exposées ci-dessus, les instituteurs publics, en tant qu'ils ne sont pas personnellement en faute, sont déchargés.

La raison de cette différence se trouve dans cette considération que l'instituteur public ne peut choisir ni son local, ni son personnel, ni ses élèves et que, tant qu'il y a des places vacantes, il est obligé d'accueillir les enfants qui réunissent les conditions nécessaires pour recevoir son enseignement.

Ces principes rappelés, on peut se demander quel est le régime qu'il convient d'appliquer dans le départ des responsabilités, à raison des accidents survenus, dans les écoles techniques, aux élèves de ces écoles ou par le fait de ces élèves.

La raison d'hésiter peut se tirer du caractère mixte de ces écoles.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, nos 401 et 402, 1908, p. 397 et 419.
(2) Rapport présenté au Congrès de Marseille.

Digitized by Google

A raison du but primordial qu'elles se proposent, elles constituent incontestablement des établissements d'enseignement, de telle sorte qu'on devrait dire, à ne considérer que ce point de vue, qu'elles se trouvent régies par l'article 1384 du Code civil tel qu'il a été modifié par la loi du 20 juillet 1899.

Mais, à raison des moyens qu'elles emploient, elles paraissent se rapprocher des établissements industriels, elles sont soumises à des risques analogues, utilisation d'outils, de machines, de moteurs, collaboration à des travaux mécaniques ; en d'autres termes, existence d'un risque professionnel tout à fait distinct de celui qui existe dans les écoles d'enseignement dégagé de tout caractère technique ; et, à ce point de vue, on peut se demander s'il ne serait pas plus logique de les traiter comme des ateliers pour l'application de la loi du 9 avril 1898.

Si cette dernière manière de voir l'emportait, il est clair qu'il n'y aurait aucune distinction à établir entre les écoles libres et les écoles publiques.

A l'exception d'un seul cas fourni par les recueils d'arrêts, à notre connaissance du moins (jugement du Tribunal de la Seine du 16 juillet 1901, *Revue des assurances mutuelles*, 1900, p. 292), circonstance qui diminue singulièrement l'intérêt de la question examinée, cette question ne paraît pas s'être posée directement devant les Cours d'appel et la Cour de cassation. Mais on peut induire de certaines décisions de ces Cours, intervenues à l'occasion d'accidents survenus dans des ateliers de charité, la solution qu'elles leur donneraient si elles venaient à en être saisies. Il résulte, en effet, de ces décisions que, pour qu'un atelier de charité soit soumis à l'application de la loi du 9 avril 1898, il ne suffit pas qu'on y emploie de ces procédés industriels qui font ressembler à s'y méprendre l'atelier visé à un établissement assujetti à la loi de 1898, il faut encore que le travail y soit organisé de telle façon qu'il aboutisse à une idée de gain, de lucre, en combinant l'existence du salaire perçu par l'ouvrier avec celle du profit retiré par l'entrepreneur. C'est ce qui résulte notamment de deux arrêts de la Cour de Bordeaux du 19 février 1901 et de Poitiers du 16 juin 1902. C'est ce qui découle également de deux arrêts de la Cour de Paris du 29 mai 1902, rendus à l'occasion d'accidents survenus dans l'Orphelinat salésien et dans les ateliers de la Société d'ateliers d'aveugles, et où on lit : *Considérant qu'il résulte des renseignements versés aux débats devant la Cour que ces établissements ne peuvent être considérés comme une école purement professionnelle dans laquelle la direction des travaux serait exclusivement réglée sur les nécessités de l'enseignement.*

En présence de cet attendu il est certain en effet que l'argument *a contrario* s'impose et qu'en face d'accidents survenus dans une école purement professionnelle ou d'enseignement technique la jurisprudence n'hésiterait pas à écarter l'application de la loi du 9 avril 1898.

On peut encore invoquer en faveur de cette opinion un avis du Comité consultatif des assurances en date du 31 mars 1899, portant : « La loi du 9 avril 1898 s'applique exclusivement aux industries et exploitations y dénommées où un chef d'entreprise employant et salariant des ouvriers et employés réalise des fabrications et des manutentions dans un but de gain. Dès lors une Université employant pour des recherches scientifiques des ouvriers dans les laboratoires ne tombe pas de ce chef sous le coup de la loi du 9 avril 1898 ».

On peut également s'autoriser, quoique moins directement, d'une circulaire du Ministre du Commerce du 24 août 1899.

Cette distinction doit être approuvée selon nous. Pour qu'il y ait applicabilité de la loi de 1898 il faut qu'il y ait une sorte d'association entre le patron et l'ouvrier pour qui le salaire n'apparaît que comme une avance. La doctrine paraît, à cet égard, d'accord avec la jurisprudence. (Voy. note Tarbouriech, p. 267 ; Vasseur, Nouvion, Jacques, t. II, 1re Partie, p. 225; Sachet, n° 102; Pic, n° 1083; Baudry, Locoubresse et Wahl, t. II, n° 1738.)

Dans l'état actuel de la législation on doit donc dire :

1° Que la responsabilité d'un accident survenu à un élève, dans un établissement d'enseignement technique, n'est à la charge du maître qu'autant que la victime établit qu'il est survenu par la faute de ce dernier ou par la faute d'un autre élève soumis à sa surveillance ;

2° Que pour se dégager de la responsabilité encourue par le fait d'un de ses élèves le maître peut prouver que l'accident est dû à un cas fortuit ;

3° Mais qu'il ne peut se dégager qu'en établissant que ce fait fortuit est tel qu'une surveillance de sa part n'aurait pu l'empêcher ;

4° Que la responsabilité peut aller jusqu'à la réparation intégrale du préjudice éprouvé ;

5° Qu'il importe peu que l'école d'enseignement technique soit agencée ou non industriellement, pourvu qu'elle le soit en dehors de toute idée de bénéfice ;

6° Que la circonstance que certains produits du travail des élèves viendraient à être vendus ne saurait modifier ces conclusions, si ces ventes n'étaient qu'un accessoire de l'enseignement donné et reçu ;

7° Que dans les écoles d'enseignement technique public la responsabilité de l'État doit être substituée à celle des instituteurs dans l'acceptation donnée à ce mot par la pratique.

Est-ce à dire qu'on ne pourrait pas concevoir une combinaison des principes tirés de la loi du 9 avril 1898 avec ceux consacrés par l'article 1384 du Code civil, dans laquelle la considération des moyens employés dans ces écoles professionnelles serait appelée à jouer un certain rôle? Ce n'est pas ce que nous voulons dire : nous croyons au contraire que dans l'administration de la preuve contraire réservée aux instituteurs responsables on pourrait consacrer cette idée qu'en aucun cas l'usage même normal d'un outillage ne pourra passer pour un cas fortuit, quoique, à vrai dire, depuis que la loi a été étendue aux simples employés, la nécessité de faire entrer en ligne

Digitized by Google

de compte les causes efficientes du risque se fait beaucoup moins sentir; mais en présence du pouvoir absolu d'appréciation des tribunaux on peut se demander si une pareille réforme par voie législative serait bien utile et si elle ne se réalisera pas plus simplement par la pratique.

Nous croyons savoir qu'une Commission internationale a été nommée néanmoins, qui a été chargée d'élaborer un projet de loi ou de règlement pour trancher cette question particulière de responsabilité; nous aurions aimé à faire connaître l'esprit de ses conclusions. Mais, malgré toutes nos diligences nous n'avons pu être renseigné sur ce point.

ADRIEN CARPENTIER.

## BIBLIOGRAPHIE

**La Télégraphie sans fil et la Télémécanique à la portée de tout le monde**, par E. MONIER. — *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs. — 4e édition, mise à jour. Vol. de 18 × 11 cm, 178 pages, avec 22 figures. Prix : 2 fr.

Le succès de l'ouvrage de M. E. Monier est affirmé par l'épuisement de trois éditions en moins de deux ans. Dans cette quatrième édition, l'auteur rend compte des dernières découvertes de la télégraphie, et principalement des progrès de la syntonisation, question de la plus grande importance, puisqu'elle assure le secret des dépêches tout en augmentant leur portée.

Il passe en revue les principales stations du monde, parmi lesquelles se trouve celle de la Tour Eiffel. L'auteur nous fait connaître ensuite la téléphonie sans fil, qui permet d'obtenir la transmission lointaine des dépêches, et il nous entretient de cette nouvelle science, la télémécanique, dont les applications sont merveilleuses.

Enfin, M. Monier expose les conditions de réalisation de l'arc chantant, de la téléphotographie et de la télévision.

Le Dr Branly termine ainsi sa préface : « Ceux qui auront la bonne fortune de lire cet ouvrage connaîtront ce qu'on sait sur la question après n'avoir eu que peu d'efforts à faire ».

**L'Électricité chez soi**, par O. BOURBEAU. — Librairie *Vibert* et *Nony*. — Vol. de 18 × 12 cm illustré, de 120 pages.

L'auteur n'a pas eu d'autre ambition que de venir en aide aux personnes désireuses d'utiliser le courant électrique, de l'installer chez elles, mais qui hésitent ou éprouvent un grand embarras à cause de leur inexpérience. Il a voulu donner, sous une forme simple et accessible à tous, puisqu'il bannit soigneusement de ses explications tous les termes techniques, des notions claires et complètes sur les divers courants, les appareils qui les produisent, les distribuent et les utilisent, sur les installations, etc.

Le champ des applications pratiques de l'électricité s'étendant chaque jour et les réseaux électriques se multipliant, ce petit ouvrage, accompagné de schémas et de figures claires et élégantes, trouvera auprès de tous un excellent accueil.

**Etude du retour par la terre des courants industriels.** — 1 vol. de 150 pages, format 31 × 25 cm. — *Allier frères*, éditeurs, Grenoble.

Cette étude, extrêmement intéressante, est divisée en trois parties. Dans un avant-propos M. Harlé, président de la Commission, fait l'historique de la question et nous montre les grandes lignes de ce travail. Entrant ensuite en matière, M. Barbillion fait un scrupuleux compte rendu des expériences entreprises à Lancey en vue de se rendre compte des effets perturbateurs que pouvait avoir le retour par la terre. Hâtons-nous de dire que ces effets ont été jugés insignifiants. M. Barbillion passe en revue les méthodes employées et avec une clarté remarquable discute les résultats obtenus.

Dans une deuxième partie, M. Brylinski donne une interprétation des essais qu'il accompagne de quelques considérations mathématiques à propos des effets d'induction et qu'il termine par des conclusions d'un grand intérêt.

Des tableaux où sont consignés les divers résultats numériques complètent ce travail qu'illustre encore de nombreux schémas et de précieux relevés oscillographiques.

A. S.

**Génératrices électriques à courant continu**, par HENRY-M. HOBART, M. Inst. C. E., et F. ACHARD. — *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs. — Vol. de 28 × 19 cm de 275 pages, avec 141 figures. Prix : 15 fr.

Le but de cet ouvrage est à la fois de servir de guide à l'étudiant et de venir en aide au calculateur dans son travail journalier, il a son origine dans une série de six articles publiés primitivement par M. Hobart dans la revue *Technics* et développés ensuite par lui dans des conférences du soir. Tous les matériaux rassemblés à cette occasion, et soumis à un travail de revision soigneux, ont donné naissance à l'ouvrage anglais du même auteur, *Elementary Principles of Continuous Current Dynamo Design*, dont les six premiers chapitres de l'ouvrage de M. Achard sont en quelque sorte la traduction presque littérale.

Il semble à propos d'appeler ici l'attention sur une innovation de ce livre, introduite déjà par M. Hobart dans l'ouvrage anglais signalé plus haut; il s'agit de la pré-

Digitized by Google

sence d'un grand nombre de projets de génératrices électriques présentés sous forme de tableaux. Ceux-ci contiennent, dans chaque chapitre, les données strictement nécessaires à l'exécution des calculs dont la marche est indiquée dans le chapitre correspondant. Il est tout spécialement recommandé à l'étudiant d'exécuter les calculs nécessaires pour remplir ces tableaux; il arrivera ainsi, à la fin de ce travail, à avoir analysé dans toutes leurs parties ces dix-huit machines. Pour rendre plus efficace cet exercice, on a reproduit, dans un appendice, tous ces tableaux entièrement complétés, c'est-à-dire contenant le résultat de tous les calculs.

La seconde partie de cet ouvrage est destinée à illustrer, par une série d'exemples empruntés à la pratique des constructeurs de différents pays, les méthodes indiquées dans la première partie; elle contient les spécifications détaillées de génératrices à courant continu dont la puissance est échelonnée de 100 à 1250 kw. Ces spécifications pourront souvent fournir d'utiles indications au calculateur, en lui offrant des points de comparaison avec les projets qu'il a lui-même à étudier.

---

**Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus**, par le Dr Clemens Schæfer. — Librairie *Teubner* à Leipzig. — 1 vol. de 170 pages, 13 × 20 cm. Prix : 3,40 fr.

---

**Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge in Freileitungen und Kabeln**, par Karl Willy Wagner. — Librairie *Teubner* à Leipzig. — 1 vol. de 109 pages, 13 × 20 cm. Prix : 2,40 fr.

---

**Einführung in die Theorie des Magnetismus**, par R. Gans. — Librairie *Teubner* à Leipzig. — 1 vol. de 108 pages, 13 × 20 cm. Prix : 2,40 fr.

---

## BREVETS D'INVENTION

### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E.P.—E.S.E.), *de l'Office de Brevets d'invention* Marillier *et* Roselet, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

---

8971/365 261. — **Schimansky.** — *Procédé pour la fabrication d'empreintes en plomb destinées au clichage galvanoplastique par la reproduction sous pression de l'original dans une feuille de plomb doublée d'un support mou* (27 février 1908).

8986/386 448. — **Dessauer.** — *Procédé et dispositif pour la pénétration homogène des rayons Roentgen à travers les corps* (27 février 1908).

387 760. — **Poinsot, Benoist et Guérin.** — *Lampe cylindrique à incandescence par filament longitudinal, sans retour avec contacts extrêmes* (17 janvier 1908).

387 995. — **Société Siemens et Halske Aktien-Gesellschaft.** — *Procédé pour la fabrication de lampes à incandescence à filaments métalliques par le travail de métaux ductiles peu fusibles en combinaison avec des métaux ductiles plus fusibles ou des métaux pulvérisables* (10 mars 1908).

388 000. — **Société dite : Elektrische Gluhlampenfabrik « Watt » Scharf Loti et Latzko.** — *Procédé de production d'un joint conducteur entre les fils d'amenée du courant électrique et les filaments métalliques des lampes à incandescence* (10 mars 1908).

388 001. — **Jahoda et la Société dite : Elektrische Gluhlampenfabrik « Watt » Scharf Loti et Latzko.** — *Lampe électrique à incandescence à filaments métalliques* (10 mars 1908).

387 940. — **Société Paul Debeauve et Olmi.** — *Trempe électrique* (18 mai 1907).

387 990. — **Harkness.** — *Perfectionnements dans les trolleys* (10 mars 1908).

388 174. — **Hutton.** — *Perfectionnements apportés aux transmetteurs téléphoniques* (14 mars 1908).

9007/342 353. — **Tardieu.** — *Microphone et récepteur téléphoniques* (2 mars 1908).

388 070. — **Seibt.** — *Dynamo à inducteur tournant* (26 février 1908).

388 080. — **Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.** — *Dispositif indicateur de vitesse pour moteurs à courant continu ou à courants alternatifs* (4 mars 1908).

388 134. — **Schuerch et Himmel.** — *Machine dynamo-électrique pour courants continus et alternatifs* (12 mars 1908).

388 173. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort.** — *Procédé de réglage de la vitesse des moteurs à collecteur* (14 mars 1908).

388 233. — **Blathy.** — *Coin de fer pour la fixation des enroulements dans les rainures de machines électriques* (17 mars 1908).

388 047. — **Hereng.** — *Démarreur automatique actionné par un électro unique à champ magnétique variable en dérivation sur l'induit* (3 février 1908).

388 062. — **Neuhaus.** — *Interrupteur automatique pour courant continu ou alternatif* (24 février 1908).

388 067. — **Frey.** — *Interrupteur pour lignes aériennes à courants de haute tension* (26 février 1908).

388 073. — **Brandt et Fouilleret.** — *Limiteur de tension à réglage étendu pour installations électriques* (28 février 1908).

388 081. — **Société générale des Condensateurs électriques.** — *Dispositif d'installation électrique* (5 mars 1908).

388 209. — **Société Siemens et Halske.** — *Indicateur de courant électrique pour courants de force élevée* (16 mars 1908).

388 280. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Dispositif pour empêcher la variation des constantes dans les compteurs à ampère-heure* (18 mars 1908).

388 236. — **Berruet.** — *Four électrique à chalumeau* (17 mars 1908).

388 120. — **Swan.** — *Douille de lampe électrique à incandescence* (12 mars 1908).

---

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

63088. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 406. 25 Novembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER


| RÉDACTION | ABONNEMENTS | ADMINISTRATION |
|---|---|---|
| 9, RUE DE FLEURUS, 9. PARIS. | PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN. | 9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44 |


### SOMMAIRE


INFORMATIONS. — L'Exposition d'électricité de Marseille. — L'enseignement moderne de l'électricité industrielle. — Un moyen simple et pratique pour reconnaître la nature d'un courant. — Dispositif de protection contre la chute des fils. — Installations électriques en Turquie. — Sur la conductibilité du fer dans un champ magnétique. — Les concessions dans le Valais. — Une école de télégraphie en Chine. — Usine électrique de Castelnuovo-Valdarno. — Un trust de l'électricité en Allemagne. — Une nouvelle application des rayons X. — Électrification des lignes de chemins de fer dans le grand-duché de Bade. — Résultats d'essais d'usines à gaz pauvre. — Un bateau électrique. — Un nouveau nom d'unité . . . . . 549

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Arzew. — Bourg. — Saint-Andéol. — Ferryville. — Ollioules. — Saint-Lô. 552

LA COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE ET LE COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS . . . . . 553

SOURCES LUMINEUSES DE FAIBLE ÉCLAT SPÉCIFIQUE. **A. Bainville**. . 558

MOTEUR DE TRACTION SIEMENS-SCHUCKERT. **Henry**. . . . . 560

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE PAR MOULINS A VENT. **F. L.** . . . . . 561

NOUVELLE LOCOMOTIVE GANZ A COURANTS TRIPHASÉS. **Henry**. . . . 564

DYNAMO-VOLANT RÉGULATRICE POUR INSTALLATIONS A COURANT VARIABLE. **A. S.** . . . . . 567

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE MARSEILLE. — Récompenses (*Suite et fin.*) . . . . . 568

BREVETS D'INVENTION . . . . . 572


## INFORMATIONS

**A nos lecteurs.** — Nous sommes heureux d'annoncer à nos lecteurs que nous publierons tous les mois à partir du 10 décembre prochain un supplément de 4 pages qui contiendra les documents officiels et règlements qui intéressent l'industrie électrique ainsi qu'une *boîte aux lettres* dans laquelle nous répondrons aux demandes de renseignements qui nous seront faites. A. S.

**L'Exposition d'électricité de Marseille.** — L'Exposition de Marseille a fermé ses portes le 1er novembre dernier, dans un sourire de fête. Un public nombreux avait voulu profiter une dernière fois du soleil, des concerts, feux d'artifice et illuminations, comme aux plus belles heures de la manifestation, et, espérons-le, tenait peut-être un peu à remercier les commissaires généraux et leurs collaborateurs des efforts qu'ils avaient faits pour rendre vivante cette belle manifestation de la science. Leur tâche a été ardue. Après l'ouverture un peu trop hâtive peut-être de l'Exposition, que de critiques acerbes et dépourvues d'aménité de la part même des habitants de cette cité où l'amour-propre local n'est pas une vertu qui court les rues et où l'indifférence tourne volontiers à l'hostilité ! Malgré tout, la besogne s'acheva, et les savants qui la menaient étaient en droit d'espérer que l'amour du savoir et la curiosité des vérités physiques ou mécaniques allaient attirer au parc du Prado un public nombreux.

C'est alors que nous avons pu reconnaître que ce grand public jouit et bénéficie bien des avantages de l'invention, mais ne s'excite pas devant l'ingéniosité de l'invention elle-même, et reste indifférent aux phénomènes électriques, aux procédés d'application, aux usages privés ou généraux, à l'industrie, à la traction, aux mines et à la navigation.

C'est bien à tort que l'on a pu arguer du caractère un peu trop spécial de cette exposition, car si elle renfermait certaines machines et appareils appréciés plus particulièrement par les techniciens, les profanes n'y trouvaient pas moins, dans ses différents palais, de nombreux sujets susceptibles de retenir leur attention et de les instruire.

Cependant un Congrès d'hommes éminents a rendu un hommage éclatant à l'effort accompli et au résultat supérieur obtenu.

Constatons aussi que cette exposition s'achève sans avoir été visitée par un ministre, sans avoir été honorée d'une démarche officielle !

Qu'importe ! l'œuvre a persisté, et elle laissera des traces, surtout dans le domaine des transactions industrielles ; elle aura révélé à tous ceux qui ne boudent pas devant les progrès qu'imposent la science, les améliorations que l'électricité peut apporter dans l'ordre économique. L. C.

**L'enseignement moderne de l'électricité industrielle.** — Succédant à M. HOSPITALIER dans la chaire d'électricité industrielle de l'École de Physique et de Chimie, M. BOUCHEROT, universellement connu aujourd'hui de tous les électriciens, a inauguré un cours fort original et qui nous paraît très rationnel.

Rompant, en effet, avec les programmes classiques, qui veulent que l'on envisage d'abord les machines à courant



Digitized by Google

continu, puis les alternateurs, M. Boucherot commence par l'étude des courants alternatifs et n'étudie les dynamos à courant continu que comme cas particulier des machines à collecteur. Nous ne pouvons, du reste, mieux faire que de donner le programme de ce cours qu'ont pu déjà apprécier plusieurs de ses nouveaux auditeurs.

*Préliminaires.* — (Fonctions sinusoïdales; série de Fourier; Décomposition fictive des différences de potentiel, courants et puissances; courants polyphasés).

I. Appareils considérés chacun en soi. — A. *Résistances* (résistances fixes, rhéostats).

B. *Appareils d'induction.* Généralités (Circuits magnétiques conducteurs, échauffements, etc...).

1° *Fixes.* — Self-inductance constante (Bobines simples et polyphasées, champs tournants). Self et mutuelle-inductance constantes (Transformateurs, théorie physique et calcul industriel; survolteur, etc...).

2° *Mobiles* (machines). — Généralités (Dispositions, enroulements, partie mécanique).

*a.* Machines sans collecteurs : généralités. Self-inductance variable périodiquement (Moteurs synchrones sans excitation). Mutuelle inductance variable périodiquement (Alternateurs, théorie physique et calcul industriel; moteurs synchrones; machines asynchrones, théorie physique et calcul industriel; appareils divers). Machines unipolaires.

*b.* Machines à collecteurs : à courant continu (Dynamos, théorie physique et calcul industriel; moteurs; diverses); mixtes (Commutatrices, permutatrices, diverses); à courant alternatif (moteurs série et à répulsion).

C. *Appareils accessoires.* — 1° Appareillage électrique (Interrupteurs, commutateurs, condensateurs industriels, clapets, etc.).

2° Appareillage magnétique (Électro-aimants, embrayages, freins, etc.).

D. *Canalisations.* — 1° Aériennes et intérieures; 2° souterraines.

E. *Appareils thermiques.* — Lampes à incandescence, lampes à arc, régulateurs, chauffage, soudure, etc.

II. Appareils considérés dans leurs relations. — A. Combinaisons diverses.

B. Compoundage des alternateurs, commutatrices, etc.

C. Couplage des dynamos, alternateurs, transformateurs, moteurs.

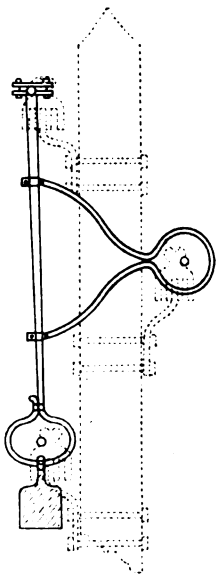
D. *Usines génératrices.* — Considérations économiques; choix du courant, de la tension, etc.; systèmes existants; dispositions, aménagements, etc.

E. Protection des usines, lignes, sous-stations, transformateurs; phénomènes spéciaux aux grandes lignes.

F. *Applications* spéciales des moteurs électriques; commande des ateliers, appareils de manutention, traction électrique, automobiles, etc.

**Un moyen simple et pratique pour reconnaître la nature d'un courant.** — Dans bien des cas, il est intéressant de connaître la nature du courant alimentant une installation, savoir s'il est alternatif ou continu. Bien des moyens peuvent être utilisés; nous en citerons un que nous avons employé maintes fois et qui a l'avantage d'être excessivement simple. Il suffit d'approcher un aimant d'une lampe à incandescence alimentée par le courant à analyser; si le courant est continu, on voit le filament s'infléchir chaque fois qu'on approche l'aimant; si le courant est alternatif, ce même filament se met à vibrer synchroniquement avec le courant et donne à l'œil l'illusion d'un filament d'épaisseur variable. Ce phénomène est très net; il se manifeste avec l'aide d'un tout petit aimant que l'on peut emporter facilement dans la poche. Pour l'installation des appareils qui nécessitent un courant déterminé (lampes à arc, petits moteurs, charge d'accumulateurs, etc.), on pourra recourir à ce procédé, si l'on ne possède aucun renseignement sur l'usine desservant l'installation. A. S.

**Dispositif de protection contre la chute des fils.** — Comme suite à l'article paru dans notre numéro du 25 octobre dernier, un de nos lecteurs, concessionnaire de plusieurs stations centrales, nous indique un dispositif assez simple qu'il a étudié et appliqué sur plusieurs lignes situées dans un pays très exposé au vent et où il se produit d'abondantes chutes de neige.



L'appareil de M. L. Corréard se compose simplement d'un fil de cuivre ou fer portant un étrier terminé par un poids et qui se fixe sur le fil supérieur, coudé en anneau dans le bas pour permettre le passage du fil inférieur, et muni d'une seconde pièce en forme de boucle se fixant sur la première à la hauteur que l'on désire, et dans laquelle passe le troisième fil, si on emploie des courants triphasés.

On devine au seul aspect de la figure comment fonctionne cet appareil, qui met immédiatement en court-circuit les lignes dès qu'un des trois fils se rompt, et cela bien avant que le fil cassé ait touché terre. La seule crainte qu'à première vue on puisse avoir, est qu'en cas de tempêtes il n'y ait balancement de l'appareil; cette crainte est injustifiée, car l'expérience montre que le mode de fixation sur le fil supérieur et l'emploi d'un contrepoids judicieusement choisi suffisent amplement à empêcher une oscillation trop forte. Un seul de ces appareils peut suffire par poteau; la pose en est des plus simples, l'entretien est nul, rien de spécial dans sa construction, en sorte qu'il peut être mis sur n'importe quelle ligne. Il nous a paru intéressant de le signaler pour compléter l'énumération faite dernièrement. A. Z.

**Installations électriques en Turquie.** — Ce fut en 1898, au moment où l'on attendait la visite de l'empereur d'Allemagne, que la première installation de lumière électrique fut faite, dans la partie du palais que devait habiter le souverain; cet exemple a été suivi dans quelques hôtels et quelques ambassades; les autorisations étaient difficiles à obtenir, l'introduction du matériel électrique, à l'exception des sonneries, étant interdite.

Depuis l'année dernière, l'emploi de l'électricité est libre; mais, malgré cette permission théorique, les douanes font de telles difficultés que jusqu'à ces derniers temps l'introduction du matériel électrique était pratiquement impossible.

Lors de la dernière maladie du sultan, les grands pachas se firent donner des concessions pour l'éclairage électrique et la construction de tramways dans des villes importantes. A Salonique et à Damas les installations sont terminées, à Beirouth elles le seront prochainement. Les autres concessions ne sont pas commencées à Constantinople, il y a encore des pourparlers, mais il n'est pas douteux que la construction et l'exploitation seront confiées à une maison allemande.

Il est maintenant facile de prévoir que d'ici peu, surtout avec le nouveau régime, la Turquie deviendra un client important pour le matériel électrique. Nous nous faisons un devoir d'attirer dès maintenant sur ce pays l'attention des industriels électriciens, nous serons heureux d'apprendre un

Digitized by Google

jour qu'ils auront réussi à trouver là de nouveaux débouchés.
F. L.

**Sur la conductibilité du fer dans un champ magnétique.** — En 1850, Maggi observa que la conductibilité calorifique du fer était modifiée par l'action du magnétisme dans le sens perpendiculaire aux lignes de force. Cet effet, constaté par divers physiciens, a de nouveau été observé par M. Rovda, qui annonce que la conductibilité du fer est très sensiblement affaiblie dans le sens des lignes de force du champ, mais reste inaltérée dans une direction perpendiculaire.

En présence de ces contradictions, M. Lafay, professeur à l'École polytechnique, s'est proposé de voir si, par l'emploi de champs très intenses, il ne serait pas possible d'observer des phénomènes semblables sur d'autres corps que le fer. Les plaques du corps à expérimenter étaient disposées suivant l'expérience classique de Sénarmont, au-dessus des pôles d'un électro-aimant en fer à cheval; elles étaient recouvertes d'un enduit à base de cire qui fondait lorsqu'on le chauffait en son centre et dessinait une isotherme elliptique, lorsque l'électro-aimant était excité. Sur des lamelles de verre et de diverses substances médiocrement conductrices, ainsi que sur de la tôle mince de fer, d'acier ou de nickel, l'isotherme avait son grand axe normal au champ et une ellipsité croissante avec l'intensité du magnétisme.

Mais une relation inexplicable lui paraissant exister entre l'ellipsité des isothermes et l'épaisseur des plaques, l'expérimentateur a eu l'idée de répéter ces essais dans le vide.

Dans ces conditions, il n'obtint plus d'ellipse; l'effet précédemment observé était dû à la production d'un courant d'air chaud qui, sous l'action du magnétisme se propage normalement à la direction du champ; phénomène rendu visible par l'expérience connue qui consiste à souffler une bougie en l'approchant de l'espace interpolaire d'un puissant électro-aimant.

M. Lafay s'est également rendu compte, en opérant dans le vide, suivant le dispositif de Sénarmont, sur des lames minces soumises à des efforts de traction progressivement croissants jusqu'à la rupture, que l'hypothèse d'une action mécanique due à l'attraction magnétique, pour expliquer l'apparition de l'effet Maggi sur des plaques minces, alors qu'il n'apparaît pas sur des plaques épaisses, n'est pas fondé. Cherchant alors si ce phénomène n'existerait pas, mais à un très faible degré d'intensité, l'expérimentateur a trouvé que la différence présentée par la conductibilité du fer doux dans les deux directions considérées est inférieure à cinq dix-millièmes.

De ces expériences, il conclut : 1° que l'effet observé par Maggi est un phénomène de convection ; 2° que dans un champ intense, la conductibilité du fer subit très probablement une diminution appréciable, mais dont la valeur est à peu près la même, quelle que soit l'orientation mutuelle des flux magnétique et calorifique.
F. L.

**Les concessions dans le Valais.** — La direction des bâtiments du canton du Valais publie dans le Journal suisse de statistique, les intéressants renseignements suivants, sur le développement des concessions hydrauliques dans le canton.

En 1895, le conseil cantonal concéda une chute de 3000 chevaux au chemin de fer Viege-Zermatt ; en 1897, il y avait déjà 47 500 chevaux concédés, dont 19 000 sur le Rhône. Les années suivantes il y avait : en 1898, 57 200 chevaux; en 1899, 65 500; en 1900, 79 900; en 1901, 84 800; en 1902, 86 000; en 1903 et 1904, 92 050; en 1905, 102 250; en 1906, 136 050. Toutes ces concessions ont une durée de cent ans.
F. L.

**Une école de télégraphie en Chine.** — Ainsi que l'annonce *Electrical World*, l'administration chinoise a adressé à l'empereur un rapport sur la création d'une école des postes et télégraphes. Un crédit de 250 000 fr est demandé à cet effet ; les professeurs seront en partie étrangers.
F. L.

**Usine électrique de Castelnuovo-Valdarno.** — (*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 14 juin.) — M. L. Pasching, ingénieur à Zurich, décrit cette usine, érigée dans la province de Toscane, dans le voisinage de mines de lignite appartenant à la « Societa miniera ed elettrica del Valdarno ».

Comme le lignite exploité dans les mines de cette Société contient de 40 à 50 pour 100 d'eau, elle ne peut songer à envoyer au loin que les gros morceaux, les frais de transport augmenteraient par trop les prix des déchets, que l'on ne peut pas non plus dessécher sans dépenses considérables. La Société décida donc d'installer une centrale électrique, de manière à utiliser sur place les déchets, l'énergie électrique pouvant être facilement vendue dans les environs.

L'usine est reliée à la mine par une voie ferrée, qui amène aux chaudières le lignite préalablement séché à l'air. Des essais ont montré que, quoique l'on soit obligé d'utiliser des chaudières à très grande surface de chauffe, il est plus économique de procéder ainsi, que d'employer un procédé de séchage spécial.

3 machines horizontales à 4 cylindres de la fabrique Tosi (à Legnano) actionnent directement chacune un alternateur triphasé de 1500 kw, 6000 v, 50 périodes.

Ces alternateurs sont excités par deux dynamos de 130 kw, 125 A, l'une actionnée par une machine verticale Delaunay-Belleville, l'autre par un moteur asynchrone; une batterie d'accumulateurs servira de réserve.

Les transformateurs élèvent la tension de 6000 à 33 000 v; trois appareils à courant alternatif simple de 600 kv-A sont reliés en étoile et forment un groupe triphasé.

Cette distribution dessert Proto, Florence, Sienne, Figline et les ateliers métallurgiques de San Giovanni. A ces endroits sont disposées des sous-stations de transformateurs à courant alternatif simple couplés par 3 ou des transformateurs triphasés. Ces transformateurs sont refroidis par courant d'air ou plongés dans l'huile avec refroidissement par eau.

Les lignes sont posées sur poteaux en treillis de fer, avec traverses en bois; les fils sont écartés au minimum de 750 mm, et les isolateurs fabriqués en trois parties.

**Un trust de l'électricité en Allemagne.** — Il est depuis quelque temps question de la formation d'un trust en Allemagne; d'après les journaux financiers, celui-ci serait provoqué par la Banque allemande, la Société berlinoise pour le commerce, ainsi que d'autres banques s'occupant d'affaires d'électricité.

Le trust doit en premier lieu s'occuper de la création et de l'électrification de lignes de chemin de fer. On émettrait des obligations, pour les usines faisant partie du trust. La Société générale (*Allgemeine*) et la Société Siemens et Halske formeraient le noyau du trust, auquel participerait également la Société Bergmann.
F. L.

**Une nouvelle application des rayons X.** — Les foyers de la tuberculose dans les poumons des animaux atteints de cette maladie montrent des dépôts de sels calcaires. Cette circonstance a amené M. H. Martel à appliquer les rayons Röntgen pour reconnaître si les animaux sont atteints de tuberculose ou non. Les parties atteintes apparaissent sous forme de taches plus ou moins grandes. On va installer en Allemagne des appareils permettant l'inspection radiographique du bétail dans les abattoirs.
F. L.

**Électrification de lignes de chemin de fer dans le grand-duché de Bade.** — Les lignes Bâle-Zell et Schopfheim-Säckingen vont être munies de la traction électrique, et cela d'après le

Digitized by Google

système de courant alternatif simple à 10 000 v, 15 périodes, proposé par la Société Siemens-Schuckert.

L'énergie sera empruntée à l'usine hydro-électrique Angst Weylen que l'on construit en aval de celle de Rheinfelden (qui participera aussi à la fourniture).

La Société Siemens-Schuckert est chargée de l'installation des stations transformatrices de la ligne de distribution Bâle-Schopfheim et de 10 locomotives de 7 500 poncelets chacune. L'*Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft* est chargée de la construction de la ligne Schopfheim-Säckingen. Les autres sociétés prenant part à la construction, sont : la Société Brown-Boveri, qui fournit deux locomotives d'essai, et la Société Felten-Guillaume et Lahmeyer, qui est chargée de la ligne de transport d'énergie de l'usine hydraulico-électrique à Bâle. F. L.

**Résultats d'essais d'usines à gaz pauvre.** — (*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 16 août, d'après une conférence de M. Bibbins à l'Institut des ingénieurs américains). — Ces données sont celles résultant d'un essai de trente jours dans les ateliers de la Compagnie américaine de locomotives à Richmond, dans lesquels est installé un moteur à gaz tandem de 575 poncelets couplé directement à une dynamo à courant continu de 300 kw. Ce moteur est alimenté par deux gazogènes dans lesquels on brûle du lignite; le gaz est nettoyé au moyen d'un scrubber et d'un extracteur Le moteur règle pour un mélange constant, le service de vingt-quatre heures.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Durée de l'essai, en heures . . . . . | 223 | 125 | 156 |
| Charge moyenne de la dynamo, en kw. | 512 | 228 | 159 |
| Consommation de charbon, en kg par heure . . . . . | 254 | 198 | 158 |
| Consommation de charbon par kw-h. | 0,74 | 0,77 | 1,00 |
| Rendement calorifique du moteur pour 100. . . . . | 15,5 | 15,6 | 11,75 |
| Rendement calorifique de l'ensemble. | 14,35 | 12,65 | 10,78 |

Le rendement (calculé) des gazogènes est de 70 pour 100, en tenant compte des pertes pendant les périodes de repos. La dépense d'eau de refroidissement a été de 58 litres par poncelet-heure, cette eau se réchauffant de 35°. Le générateur a pu être chargé à 410 kw pendant trois heures, on a alors dépensé 0,68 kg de charbon par kw-h.

M. Bibbins compare ensuite les moteurs à gaz pauvre avec les moteurs à vapeur. Il admet que les dépenses d'installation pour le gaz sont de 680 fr par kw et pour la vapeur de 500 fr; que les frais fixes d'exploitation, y compris impôts sont de 12,6 pour 100 pour le premier cas et de 11,5 pour 100 pour le second, et les frais d'exploitation variables pour 300 jours de fonctionnement annuel pour une production de 5,4 millions de kw-h avec une consommation de charbon de 0,98 kg par kw-h contre 1,45 kg pour l'exploitation avec machine à vapeur.

Dans ce cas, pour un prix de 13,8 fr par tonne de charbon, l'économie par kw-h dans le cas d'emploi de moteurs à gaz est de 12,9 pour 100 à pleine charge et de 4,70 pour 100 à demi-charge.

Pour du charbon à 30 fr la tonne, l'économie s'élève à 33,7 pour 100 à pleine charge et 19 pour 100 à demi-charge. Les frais d'exploitation s'élèvent avec le gaz à 3,2 centimes par kw-h à pleine charge. Ce n'est qu'avec du charbon à 6,2 par tonne que l'exploitation avec moteurs à gaz pauvre est plus onéreuse qu'avec la vapeur. Un prix de charbon de 20 fr par tonne dans le cas de gaz pauvre équivaut au prix de 13,50 par tonne dans le cas d'emploi de machine à vapeur. F. L.

**Un bateau électrique.** — (*Elektrotechnische Zeitschrift* du 16 juillet.) — Le premier bateau électrique destiné au transport des voyageurs et des marchandises, vient d'être mis en service sur le Rhin et effectue le voyage de Godesberg à Niederdollendorf. Il peut transporter 645 passagers, et est muni d'une batterie d'accumulateurs de 160 éléments. F. L.

**Un nouveau nom d'unité.** — On propose de divers côtés, dans les sociétés électrotechniques américaines, de donner au kilowatt-heure le nom de Kelvin, en l'honneur de l'illustre savant anglais (Sir William Thomson). F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Arzew (Oran).** — *Éclairage électrique.* — Dans une de ses dernières séances, le Conseil a entendu la lecture du rapport dressé par la Commission des travaux sur le projet présenté pour l'éclairage électrique. Dans ce rapport, M. Givord fait une étude comparée des divers modes d'éclairage, et, chiffres en mains, il établit la supériorité de l'éclairage électrique.

Pour la future installation, la ville sera divisée en deux secteurs, de façon à ce que, en cas d'incendie, par exemple, dans un secteur, l'autre secteur puisse continuer à fonctionner.

On compte déjà sur 200 lampes pour l'éclairage public seul.

**Bourg-Saint-Andéol (Ardèche).** — *Station centrale.* — Depuis déjà quelque temps la presse locale et même régionale entretient ses lecteurs d'un vaste projet hydro-électrique conçu par M. Chalamel, ingénieur, maire de cette ville, et M. Lelièvre, ingénieur lyonnais.

Par un barrage établi en amont de Saint-Martin, capter l'Ardèche dont les eaux donneraient une puissance assez importante l'hiver, puissance qui serait complétée en période de sécheresse par une usine à vapeur construite à Bourg-Saint-Andéol, produire ainsi l'énergie et la lumière électriques et les distribuer, à bas prix, dans tous les environs, voilà la genèse du projet. Il est audacieux certes, pour qui connaît le régime torrentiel des cours d'eaux de cette région mais entre des mains compétentes, il peut être mené à bonne fin.

**Ferryville (Tunisie).** — *Éclairage électrique.* — Le principe de l'installation de l'éclairage électrique a été adopté par la municipalité, et il ne reste plus qu'à connaître la réponse du gouvernement tunisien à la demande faite par le Conseil au sujet de la subvention à accorder au concessionnaire, subvention dont le gouvernement aurait à faire l'avance.

**Ollioules (Var).** — *Traction électrique.* — La Chambre de commerce de Toulon vient d'émettre un avis favorable au principe de l'établissement d'une ligne de tramway électrique d'Ollioules au Beausset et à la Seyne par Sanary; elle exprime le désir de voir réduire le tarif maximum prévu pour le transport des voyageurs.

**Saint-Lô (Manche).** — MM. Bru et Molinié, ingénieurs électriciens à Vire, qui avaient déjà offert à l'ancienne municipalité d'installer l'électricité à Saint-Lô et avaient été éconduits, viennent de reprendre l'étude d'une installation électrique à Saint-Lô. L'usine serait installée aux Claies de Vire, à 7 km de Saint-Lô. La canalisation aérienne par les voies nationales et départementales (rue de Neufbourg, Torteron, etc.) permettrait de mettre l'éclairage électrique à la disposition de presque tous les commerçants de Saint-Lô. L'installation pourrait être prête pour le mois de septembre 1909.

Digitized by Google

LA

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ET LE

# COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

La première réunion du Conseil de la Commission électrotechnique internationale a eu lieu à Londrss, au mois d'octobre de cette année; le Comité électrotechnique français a pensé qu'il serait intéressant de rappeler succinctement l'historique, l'organisation et les travaux de la Commission et d'examiner parallèlement les mêmes questions pour le Comité français.

*Historique.* — La Commission électrotechnique internationale est née d'un vœu émis par le Congrès international d'électricité tenu à Saint-Louis en 1904 (1).

Ce vœu était ainsi conçu :

« Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des Sociétés techniques du monde pour la constitution d'une Commission représentative chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et de la classification (2) des appareils et machines électriques. »

M. le colonel Crompton, qu'on peut considérer comme le véritable promoteur de l'affaire, fut chargé, concurremment avec le Président de l'Association américaine des ingénieurs électriciens, d'entrer en rapport avec les Sociétés techniques.

A la suite d'une longue correspondance et de nombreux pourparlers, une Conférence fut réunie à Londres en 1906.

L'Institut britannique des ingénieurs électriciens (*The Institution of Electrical Engineers*) contribua pour une grande part aux frais d'organisation.

Douze pays, représentés par 50 délégués, participèrent à cette réunion; ce sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, les États-Unis d'Amérique, la France (3), la Grande-Bretagne, la Hollande, la Hongrie, le Japon, la Russie, la Suisse.

La Conférence s'occupa de la constitution de la Commission électrotechnique internationale et en particulier des Statuts.

Ces Statuts comportent, comme partie fondamentale, que : « tout pays ayant son gouvernement propre peut constituer un Comité électrotechnique formé par les Sociétés techniques de ce pays, pourvu que celles-ci aient au moins trois années d'existence et pourvu qu'elles s'occupent d'électricité industrielle, soit exclusivement, soit conjointement avec d'autres sujets. Dans un pays n'ayant pas de Société technique de ce genre, le gouvernement peut constituer le Comité.

« Chaque pays n'aura droit qu'à une voix.

« Chaque Comité électrotechnique pourra fixer son propre règlement comme bon lui semblera, pourvu que ses statuts ne soient pas incompatibles avec ceux de la Commission.

« Chaque Comité électrotechnique devra pourvoir à ses propres dépenses et devra contribuer aux dépenses du Bureau central pour une part qui sera égale pour tous les pays participant à la Commission. »

Les affaires de la Commission et les méthodes à adopter pour remplir sa mission seront déterminées par le Conseil de la Commission.

Le Conseil se composera du Président de la Commission; des Présidents des Comités électrotechniques qui seront, d'office, Vice-Présidents de la Commission; d'un délégué de chaque Comité électrotechnique et du Secrétaire honoraire.

Il fut convenu, en outre, que les affaires seraient, autant que possible, traitées par correspondance et que le Bureau central serait, au début, établi à Londres.

La Conférence de 1906 choisit également le premier président de la Commission électrotechnique internationale, qui fut l'illustre lord Kelvin; il confia les fonctions de Secrétaire honoraire à M. le colonel Crompton et celles de Secrétaire actif à M. C. Le Maistre.

A la suite de cette Conférence, la Société internationale des Électriciens décida de s'occuper de la constitution du Comité électrotechnique français; les travaux d'organisation, l'étude des Statuts et du Règlement intérieur ont été principalement effectués par la première section sous la présidence de M. J. Rey, vice-président de la Société.

Seize sociétés ou groupements scientifiques et techniques français furent consultés et dix acceptèrent de participer à la formation du Comité électrotechnique. Ce sont :

| | Mandataires. |
|---|---|
| Association amicale des ingénieurs électriciens . . . | MM. *Brocq* et *G. Roux*. |
| Association normande des propriétaires d'appareils à vapeur . . . . . | M. *Maréchal*. |
| Services de contrôle des Associations françaises d'industriels et des propriétaires d'appareils à vapeur. . | MM. *Arquembourg* et *Kammerer*. |
| Société d'encouragement pour l'Industrie nationale . . . | MM. *Hillairet* et *N.* |
| Société des ingénieurs civils de France. . . . . | MM. *Desroziers* et *Soreau*. |
| Société française de physique. | MM. *Blondin* et *Lippmann*. |

(1) Extraits de la communication faite à la Société internationale des Électriciens par M. Ch. David, secrétaire du Comité électrotechnique français, séance du 4 novembre 1908.

(2) Dans le texte anglais : *ratings*.

(3) Les délégués de la Société internationale des Électriciens à cette Conférence étaient : MM. P. Boucherot, P. Janet et Ch. David.



Digitized by Google

| | Mandataires. |
|---|---|
| Société internationale des électriciens . . . . . | MM. *P. Boucherot*, — *Brunswick*, — *Ch. David*, — *J. Grosselin*, — *Ch.-Ed. Guillaume*, — *Armagnat*, — *P. Janet*, — *Hillairet*, — *Labour*, — *Laporte*, — *Larnaude*, — *Mazen*, — *R. V. Picou*, — *J. Rey*. |
| Société technique de l'industrie du gaz en France. . | MM. *Boutan* et *Bourier*. |
| Syndicat professionnel des industries électriques. . . . | MM. *Arnoux*, *Frager* et *Javaux*. |
| Syndicat professionnel des usines d'électricité. . . . | MM. *E. Brylinski*, — *Eschwège*, — *G. Fontaine*, — *Renou*, — *Sée*. |

Le Bureau fut constitué ainsi :

*Président* : M. Mascart.

*Vice-Présidents* : MM. E. Brylinski ; R. Soreau.

*Secrétaire* : M. Ch. David.

*Trésorier* : M. E. Brocq.

De plus, on désigna :

M. F. Laporte comme *Secrétaire adjoint* ;

M. P. Boucherot comme délégué au Conseil de la Commission électrotechnique internationale ; — M. P. Janet comme délégué suppléant ;

MM. P. Boucherot, P. Janet et Ch. David comme délégués à la Commission.

Les Statuts et Règlement intérieur du Comité électrotechnique français furent étudiés de façon à être en accord avec les Statuts de la Commission internationale et à permettre à tous les intérêts des différentes branches de la science ou de l'industrie électriques d'être représenté au sein du Comité.

D'après l'article 2 des Statuts :

« Le Comité électrotechnique français est constitué :

« 1° Par les mandataires des Sociétés dont l'adhésion a été constatée par l'assemblée générale constitutive du 16 juillet 1907 ;

« 2° Par les Sociétés françaises ayant au minimum trois années d'existence, s'occupant soit d'électricité théorique, soit des applications de l'électricité à l'industrie, soit même d'autres objets conjointement avec l'électricité.

« Les demandes d'adhésion sont adressées au Président ; le Comité se prononce sur l'admission définitive.

« Les Sociétés s'occupant exclusivement d'électricité auront droit à un mandataire par centaine complète de membres de la Société.

« Les Sociétés s'occupant d'électricité conjointement avec d'autres objets auront droit à un mandataire pour 200 à 500 membres, 2 mandataires pour 501 à 1000 membres, et ainsi de suite par groupe de 500 membres. »

On a pensé ainsi obtenir une représentation équitable des différents groupements suivant leur intérêt respectif dans l'industrie électrique (1).

Nous n'avons pas besoin de rappeler que la Commission a eu, en 1907, la douleur de perdre son éminent Président, lord Kelvin ; mais nous ajouterons que M. Mascart avait été désigné par tous les Comités électrotechniques comme successeur de l'illustre Kelvin à la présidence de la Commission. Malheureusement, la mort est venue nous enlever notre grand savant avant la réunion du Conseil.

Nous citerons à ce propos le passage suivant extrait du rapport de M. le colonel Crompton au Conseil de la Commission.

« En décembre 1907, la mort de lord Kelvin fut une perte irréparable pour la Commission et pour le monde entier. Le 26 août 1908, nos collègues français étaient cruellement éprouvés par la mort de M. Mascart, leur Président, qui devait succéder à lord Kelvin comme président de la Commission. Il est inutile que je rappelle, dans ce rapport, les qualités éminentes de ces deux hommes distingués, trop connus, trop respectés et trop aimés pour que j'en fasse aucun éloge nouveau. J'aimerais, cependant, à m'en référer, en passant, à une lettre de M. Mascart répondant, en janvier dernier, à une lettre dans laquelle je le priais de permettre qu'on le proposât à la Présidence de la Commission ; M. Mascart dit : « La « tentation de succéder à lord Kelvin, pour qui j'avais si « grande admiration et affection, est bien forte. C'est « dans ses œuvres, publiées il y a quarante ans, que « j'appris pour la première fois quelque chose de l'élec- « tricité, et alors que les connaissances profondes de « lord Kelvin étaient mal reconnues. Nous avons été liés « pendant ces trente ans par la plus étroite amitié, et « je n'oublierai jamais les nombreux témoignages d'af- « fection qu'il me prodigua pendant ma maladie. »

« Je saisis cette occasion d'assurer à nouveau mes collègues français de la part chaleureuse que nous avons prise à leur deuil ; ce n'est pas eux seulement, c'est la Commission aussi qui a été frappée d'un coup sensible en perdant la possibilité d'accueillir cet éminent savant français comme Président. »

Cet hommage rendu par la Commission à notre regretté Président indique suffisamment la place qu'il tenait, à côté de lord Kelvin, dans le monde scientifique.

M. R.-V. Picou a été choisi, à l'unanimité, pour remplacer M. Mascart à la présidence du Comité électrotechnique français.

Aussitôt après sa constitution, le Comité se mit au travail et étudia les différentes questions examinées rapidement plus loin. Parmi ces questions, les unes lui avaient été proposées par M. le colonel Crompton, secrétaire honoraire de la Commission ; les autres avaient été jugées par le Comité comme intéressantes à soumettre à la Commission.

(1) Nous avons donné ci-dessus la liste des Sociétés adhérentes et les noms des mandataires de ces Sociétés.

Digitized by Google

*Travaux de la Commission.* — Il a été reconnu dès l'origine de la Commission internationale, qu'un de ses premiers travaux devait être la rédaction d'un *Vocabulaire* renfermant les définitions des principaux mots et termes employés en électrotechnique. Il est, en effet, indispensable qu'avant de discuter on s'entende sur la signification précise des termes utilisés. Le Comité français s'occupa de suite de cette question et choisit M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur adjoint du Bureau international des poids et mesures, pour présider la Commission (1) chargée de cette étude.

La Commission du Vocabulaire a déjà préparé un travail important qui sera soumis prochainement à l'examen du Comité.

Les questions de *symboles* et *signes conventionnels* ont fait l'objet de plusieurs discussions.

Une Commission des machines et appareils a également été nommée; ses travaux vont commencer incessamment (2).

Le Comité électrotechnique français prit l'initiative de soumettre à la Commission internationale diverses questions relatives aux *étalons d'intensité lumineuse*; il étudia les travaux de la Commission internationale de photométrie et jugea utile de demander qu'ils fussent pris en considération par la Commission internationale électrotechnique; il émit, en outre, un vœu pour l'adoption d'une unité d'intensité lumineuse internationale provisoire, en attendant que les travaux en cours sur l'étalon absolu soient plus avancés.

Enfin, le Comité électrotechnique français se préoccupa de faire spécifier quels seraient les *systèmes d'unités* employés dans les travaux de la Commission internationale; M. Ch.-Ed. Guillaume apporta au Comité sa haute autorité en la matière pour montrer qu'aucune difficulté légale ne s'opposait en aucun pays à adopter, pour les travaux de la Commission internationale, le système métrique et le système C. G. S. dont les grands avantages ne sont contestés par personne.

Telles sont les principales questions étudiées jusqu'ici par le Comité français.

*Réunion de Londres.* — La première assemblée du Conseil de la Commission électrotechnique internationale s'est tenue à Londres du 19 au 22 octobre 1908.

Indépendamment des pays dans lesquels les Comités électrotechniques sont régulièrement constitués et dont les délégués avaient seuls le droit de vote, des pays où l'on étudie la formation de Comités avaient également envoyé des délégués pour assister aux séances; de telle sorte que 21 délégués représentant 14 pays suivirent les travaux.

Le Comité électrotechnique français était représenté par MM. P. Boucherot et Ch. David.

Le discours inaugural fut prononcé par le Très Honorable A. J. Balfour; et les séances du Conseil furent présidées par sir John Gavey, président du Comité électrotechnique britannique.

Dans sa première séance, le Conseil procéda à l'élection du président et des secrétaires de la Commission électrotechnique internationale; à l'unanimité, il choisit le grand physicien Elihu Thomson pour la présidence; il réélut M. le colonel Crompton comme secrétaire honoraire et nomma M. C. Le Maistre, secrétaire.

M. le colonel Crompton présenta son rapport sur le fonctionnement de la Commission depuis sa fondation.

Au point de vue de l'organisation générale, dix Comités électrotechniques sont officiellement constitués dans les pays suivants : Allemagne, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Mexique, Suède.

Les autres pays qui s'occupent de la question sont : l'Afrique du Sud, la République Argentine, l'Autriche, l'Australie, la Belgique, le Brésil, la Hollande, l'Italie, le Japon, la Norwège, la Roumanie, la Russie, la Suisse.

On pense que, parmi ces pays, six auront leur Comité organisé très prochainement.

Après sa première séance, le Conseil se constitua en sous-commission pour l'examen détaillé des différentes questions qui lui étaient soumises et pour permettre aux délégués des pays où les Comités ne sont pas encore officiellement organisés de prendre part à la discussion.

La sous-commission tint trois séances sous la présidence de sir John Gavey, assisté de M. le professeur Sylvanus Thompson.

Voici un bref résumé des travaux dont les conclusions ont été adoptées, à l'unanimité, par le Conseil dans sa dernière séance :

1. *Statuts de la Commission électrotechnique internationale.* — Le Conseil approuva définitivement les statuts avec quelques modifications reconnues nécessaires et qui ont donné lieu à une discussion après laquelle l'accord a été unanime.

2. *Nomenclature.* — Il a été décidé que les Comités électrotechniques devraient commencer sans délai leur travail de nomenclature.

Les termes avec leurs explications traduites dans les langues officielles de la Commission (le français et l'anglais) seront transmis au Bureau central pour être communiqués à tous les Comités électrotechniques, dès que la liste sera complète pour les cinq premières lettres (A à E). La même procédure sera suivie pour les cinq lettres suivantes et ainsi de suite jusqu'à ce que l'alphabet soit épuisé.

Le vocabulaire dont le Conseil aura dûment autorisé la

(1) Les membres de la Commission du Vocabulaire sont : MM. Ch.-Ed. Guillaume, Président; Ch. David, Secrétaire; Armagnat, P. Boucherot, F. Laporte et G. Roux; elle s'est, en outre, adjoint quelques collaborateurs volontaires : MM. Béthenod, Bureau, Jouaust et Mongin.

(2) Les membres de la Commission des machines et appareils sont : M. Brylinski, Président; Ch. David, Secrétaire; F. Laporte, Secrétaire-adjoint; P. Boucherot, Brocq, Grosselin, Larnaude, Mazen, Roux et Sée.

Digitized by Google

publication pourra être publié en plusieurs parties afin d'éviter de trop longs délais.

Il a été également décidé que les synonymes seraient donnés dans toutes les langues des pays prenant part aux travaux de la Commission, les explications elles-mêmes n'étant données que dans les deux langues officielles (le français et l'anglais).

Chaque Comité électrotechnique aura la faculté d'ajouter les explications dans sa propre langue et de faire publier le vocabulaire en trois langues.

Les travaux faits antérieurement sur le sujet pourront être utilisés, si on le juge pratique.

3. *Étalons d'intensité lumineuse.* — Les propositions du Comité français ont été ajournées de façon à permettre aux autres Comités électrotechniques de compléter les renseignements sur ce sujet.

Dans certains pays, en effet, il y a des divergences de vue entre les ingénieurs électriciens et les ingénieurs gaziers, et le Conseil de la Commission a recommandé « que les Comités électrotechniques s'efforcent d'étudier la question dans un sens qui donnerait satisfaction aux besoins de l'industrie électrique et de l'industrie du gaz. »

Il est intéressant de remarquer le désir de la Commission électrotechnique de tenir compte, dans la plus large mesure, des intérêts et des besoins des industries autres que l'industrie électrique et même concurrentes.

4. *Système métrique.* — Les observations du Comité français ont reçu le meilleur accueil et il a été décidé que : « dans le cas où la Commission électrotechnique internationale aurait à exprimer des mesures dans ses travaux, elle devrait employer le système métrique ou le système centimètre-gramme-seconde (C.G.S.).

« Pour les besoins des pays qui n'emploient pas le système métrique, les Comités électrotechniques pourront ajouter les valeurs équivalentes entre parenthèses. »

Il est inutile d'insister sur la grande importance de cette décision, pour la France en particulier qui voit reconnaître une fois de plus les avantages de son système d'unités.

5. *Proposition du Congrès de Marseille relative aux installations électriques à l'intérieur des bâtiments.* — Le Congrès international d'électricité tenu cette année à Marseille avait émis le vœu que la Commission étudia l'établissement d'un règlement général concernant les installations à l'intérieur des immeubles.

Le Conseil a estimé que « cette question, tout en rentrant dans les attributions de la Commission électrotechnique internationale, ne peut pas encore être prise utilement en considération, étant donnés les très nombreux sujets que la Commission doit étudier auparavant. »

6. *Symboles.* — Après échanges d'idées, le Conseil a décidé que cette question devait être mise à l'étude dès à présent; le bureau central réunira des renseignements et des propositions seront envoyées, en temps voulu, aux Comités électrotechniques.

7. *Lieu et date de la prochaine réunion de la Commission.* — M. le docteur Budde, délégué allemand, a exprimé le désir de voir la première réunion de la Commission entière se tenir à Berlin en 1910, si une réunion est reconnue utile à cette date.

Cette proposition a été acceptée en principe.

Ce bref résumé de la réunion du Conseil ne donne qu'une idée imparfaite des travaux préliminaires par correspondance et des discussions en séance, discussions auxquelles M. Boucherot a pris une très grande part.

La délégation française a reçu des remerciements du secrétaire honoraire et du Conseil pour le concours apporté par le Comité français à l'œuvre commune.

La réunion fut des plus remarquables par les excellentes dispositions montrées par les délégués de tous les pays; la plupart des Comités électrotechniques avaient choisi pour les représenter les mêmes mandataires que pour la Conférence préliminaire de 1906, et l'entente a pu se faire assez facilement sur toutes les questions.

J'ajouterai que nous avons été reçus de la façon la plus affable par nos collègues anglais et que l'organisation de la réunion était parfaite. M. Boucherot a été l'objet d'attentions spéciales; il fut chargé, en particulier, de répondre au discours du Très Honorable Balfour lors de la séance d'ouverture et au toast porté par M. le professeur Sylvanus Thompson aux délégués à la Commission électrotechnique lors du grand banquet offert par les ingénieurs électriciens anglais.

Tel est pour le moment l'état de la question.

Je pense qu'on verra avec plaisir s'affirmer l'organisation de la Commission électrotechnique internationale dont les travaux ont pour but d'obtenir un accord entre tous les pays au sujet de certaines questions intéressant l'industrie électrique.

La haute valeur scientifique et morale des hommes qui s'occupent actuellement de la Commission donne l'assurance que les décisions ne seront prises qu'après des études approfondies et que les intérêts commerciaux seront soigneusement sauvegardés.

Dans ces conditions, la Commission électrotechnique internationale semble donc une œuvre éminemment utile.

---

*Pour terminer ce compte-rendu, nous donnerons in-extenso deux des principaux discours qui furent prononcés à l'occasion de cette importante réunion.*

**Discours prononcé par le Right Honourable A.-J. Balfour,** *à la séance inaugurale de la première réunion du Conseil de la Commission électrotechnique internationale à Londres, le 19 octobre 1908.*

Monsieur le Président, Messieurs,

En l'absence de M. Haldane, Ministre de la guerre, qui, je le sais, a pris part antérieurement à vos travaux, mais que d'importants devoirs publics empêchent aujourd'hui de se joindre

Digitized by Google

à vous, j'ai accepté de le remplacer et d'avoir l'honneur de souhaiter la plus cordiale bienvenue aux délégués étrangers. En réalité, la tâche que vous avez à remplir est non seulement complètement indépendante de toute controverse locale et de tout parti politique de ce pays, mais encore, elle est à l'abri des débats quelconques qui peuvent, de temps à autre, diviser les nations. Lorsqu'il s'agit de la science et de ses applications au bien-être de l'humanité, tous les hommes compétents parlent ou désirent parler une même langue, exprimer une même pensée.

Nous avons à déplorer, en ce jour, ainsi que votre Président nous l'a annoncé, la mort d'un homme éminent, Lord Kelvin, qui, dès le début, prit un vif intérêt à l'œuvre de cette Commission. Il réunissait, probablement à un plus haut degré qu'aucun autre homme, l'esprit scientifique le plus profondément original en abstractions et la plus grande facilité pour appliquer pratiquement ses idées aux besoins de la vie. Il était donc éminemment doué pour s'occuper des problèmes qui vous sont posés, problèmes où se mêlent si intimement la théorie et la pratique, problèmes qui nécessitent l'intervention du praticien de laboratoire et du calculateur de cabinet, influent au plus haut point sur l'industrie mondiale.

Nous n'avons pas seulement la mort de Lord Kelvin à déplorer, mais encore celle de M. Mascart qui, s'il avait vécu, serait devenu Président de la Commission. Mais je ne doute pas que, quelques grands que soient ces noms, quelques sérieux que soient les titres qu'ils ont à notre respect, à notre vénération, vous n'en travaillerez pas moins sans arrêt et que d'autres, non moins éminents, se trouveront pour occuper leurs places. Il serait superflu et presque impertinent de ma part, messieurs, d'essayer de prédire à quels travaux vous allez vous livrer ou d'estimer leur valeur pour l'humanité. Il est cependant clair, pour quiconque réfléchit sur ce sujet, que lorsque les pays industriels du monde font de si rapides progrès dans les applications industrielles des lois d'électricité, il est de la plus haute importance, dans l'intérêt du fabricant comme dans celui de l'acheteur, qu'il existe entre eux un système de communication simple et intelligible, qu'ils s'expriment dans la même langue et qu'ils puissent comprendre, sans explications longues et compliquées, ce que l'un désire et ce que l'autre est capable de fournir. Jusqu'ici, bien que les bases scientifiques de l'industrie électrique soient communes au monde entier, le véritable langage, la terminologie proprement dite, les unités, je veux parler ici non des unités théoriques mais des unités techniques, ont des sens différents en des langues différentes et selon les usages des diverses nations. Cela ne peut mener qu'à la confusion, au désappointement et à des pertes d'argent. Aussi, si vos travaux peuvent, ainsi que je n'en doute pas, diminuer la confusion, le travail et la dépense, ils contribueront certainement pour beaucoup au bien-être de l'humanité.

Je ne vois en cela qu'un danger que nous devons soigneusement éviter; il ne faut pas que l'un quelconque des règlements que nous allons établir puisse mettre aucun obstacle au libre développement de cette industrie qui progresse si rapidement. Il ne faut pas que, sous couleur d'aider les fabricants et les acheteurs à se comprendre mutuellement, nous arrêtions et embarrassions le jeu des facultés d'invention et la prompte adaptation de nouveaux moyens à de nouveaux buts. Mais, bien que ceci soit un danger possible, j'ajoute franchement que je ne le crois pas un danger probable; il est, en réalité, trop présent à l'esprit des savants éminents qui ont été les premiers à lancer ce mouvement, pour que je ne me sente pas pleinement rassuré et certain qu'aucune des recommandations que la Commission suggérera ou que vous accepterez ne comportera le plus petit risque du danger en question. Ce que je conçois, c'est que vous désirez établir, par une entente internationale, les essais auxquels il faudrait soumettre les différentes sortes de machines électriques; décrire les qualités que possèdent les diverses machines, de telle sorte que l'acheteur et le vendeur, sachant parfaitement ce qu'ils font respectivement, gardent chacun la plus libre initiative; que celui qui désire faire construire une machine suivant ses idées personnelles en soit libre, et que les constructeurs, de leur côté, puissent réaliser les modifications que les connaissances et l'invention constamment accrues de l'homme lui permettent de mettre à profit. J'envisage donc l'avenir sans la moindre crainte, sans la moindre préoccupation quant au danger particulier auquel j'ai fait allusion. Je ne pense pas que n'importe qui, qu'il soit constructeur ou exploitant, doive craindre que sa légitime et inestimable liberté d'action soit jamais gênée le moins du monde par une décision prise par la Commission.

Permettez-moi, messieurs, d'ajouter un mot à ces quelques remarques de bienvenue.

Actuellement est réuni un autre Congrès qui s'occupe des unités électriques, et je crois que certains des délégués participent aux travaux des deux Commissions. Toutes deux siègent à Londres, toutes deux s'occupent de questions d'électricité, toutes deux sont internationales et toutes deux ont un grand nombre de membres communs. Je pense que ceci constitue en soi une garantie suffisante contre toute collision entre les travaux de ces deux Commissions. Elles ont réellement des intérêts qui se touchent de près, mais leurs sphères d'action sont assez différentes pour rendre impossible une nuisible concurrence d'efforts. Nous qui sommes dans cette salle, nous sommes liés plus intimement aux aspects pratiques de la théorie de l'électricité, mais nul de nous ne saurait oublier que la théorie et la pratique en électricité sont plus souvent et plus intimement mêlées que dans n'importe quelle autre industrie. La machine à vapeur a révolutionné l'industrie mondiale avant que la théorie de l'énergie fût bien comprise ou même avant que la théorie de la machine qui transforme la chaleur en travail mécanique ait été établie avec certitude par les savants. Mais il n'en est pas ainsi, du moins à ma connaissance, en matière d'électricité. Là le théoricien et le praticien doivent constamment échanger leurs idées et il est probable que tout grand progrès matériel est sorti de quelque progrès théorique. Nous sommes donc obligés à voir très favorablement et à aider de tout notre pouvoir jusqu'aux déterminations les plus théoriques qui puissent faire avancer la science pure de l'électromagnétisme. Je suis persuadé que c'est de cette façon que chacun de ceux qui sont ici envisage les travaux du Congrès qui siège actuellement à Londres.

Messieurs, il est peut-être superflu de ma part de faire ces observations, mais il est un fait que quelques personnes ont exprimé leur surprise de ce qu'il y eût deux Congrès siégeant à la fois dans la même ville, s'occupant tous deux d'électricité, tous deux du caractère international le plus large, et cependant d'organisations séparées. Qu'on se souvienne que s'ils sont d'organisations séparées, ce que je considère comme une bonne raison à leur réussite, ils prennent leur commune origine dans les discussions qui eurent lieu à Saint-Louis il y a quelques années, et qu'en raison de cette origine commune, il est impossible que rien entrave leur harmonieuse collaboration vers un grand but international.

Messieurs, peut-être vous ai-je trop longtemps entretenus sur ces points généraux. Vous me permettrez de conclure en vous souhaitant chaleureusement la bienvenue au nom de tous ceux qu'intéressent en ce pays les industries électriques et celles qui s'y rattachent. Je puis vous affirmer que nous reconnaissons simplement que toutes les branches supérieures de l'industrie sont internationales par principes; nous savons et nous croyons fermement que, bien qu'il y ait de temps à autre des différences d'opinions entre les nations au point

Digitized by Google

de vue politique, les hommes de science appartiennent à toutes les nations, ne forment qu'une seule grande communauté, ne connaissent aucune différence d'intérêts, aucune différence de tendances, mais travaillent en harmonie et de toutes leurs forces pour les progrès matériels et intellectuels de l'humanité.

Messieurs, je vous souhaite la bienvenue.

---

M. Boucherot fut chargé de répondre à M. Balfour et de le remercier du très grand honneur qu'il faisait à la Commission électrotechnique internationale en venant souhaiter la bienvenue à ses délégués, M. Bouchet l'assura d'autre part que tous étaient des partisans très enthousiastes de l'œuvre entreprise.

Enfin au banquet qui termina les réunions de la Commission internationale M. Boucherot prononça le discours suivant :

Messieurs,

Je suis particulièrement heureux et honoré d'avoir à prendre la parole ce soir, à la fois comme Président de la Société des Électriciens de France, et comme délégué à la Commission électrotechnique internationale, à cette même place où mon regretté maître Hospitalier la prenait il y a deux ans.

Comme lui, je tiens à vous exprimer la gratitude des ingénieurs électriciens français pour l'accueil toujours plein de courtoisie, d'affabilité et de prévenances que vous leur réservez chaque fois qu'ils viennent ici.

A l'époque que je rappelle, nous venions de jeter définitivement les bases de la Commission électrotechnique internationale ; nous ne savions pas encore quel sort lui était réservé. Aujourd'hui, nous sommes beaucoup plus tranquilles ; par l'importance des questions dont elle a entrepris l'étude, par l'esprit de concorde qui anime tous ses membres, nous sommes presque certains du succès et nous en attendons les plus heureux effets dans l'avenir, pour la conciliation des intérêts moraux et matériels des peuples, dans le domaine de l'électricité industrielle.

La plus grande part de ce succès revient, en première ligne, à M. le colonel Crompton. Préoccupé depuis de longues années d'œuvres de standardization, il prit l'initiative de cette réunion permanente d'ingénieurs dès le Congrès de Saint-Louis, et poursuivit sa réalisation avec cet entrain et cette persévérance que ses compatriotes lui connaissent, et que nous, étrangers, nous apprécions de jour en jour plus grandement.

Grâce à lui, donc, va pouvoir se parfaire, dans une direction nouvelle, l'œuvre de coordination des idées internationales, l'œuvre d'homogénéité dans l'expression de ces idées, l'œuvre d'unité dans la concrétisation de ces idées.

Dans la poursuite de cette œuvre d'éducation générale de l'humanité supérieure, les électriciens se sont toujours montrés parmi les plus valeureux champions ; mais leur intervention est toute moderne ; elle ne date que du Congrès de 1881, tandis que, dans le domaine de l'activité générale, il serait aisé de remonter très haut dans l'histoire de l'humanité, en toute justice, jusqu'à l'époque où Cadmus, commerçant phénicien, importait l'alphabet en Grèce.

Voilà qui nous reporte bien loin, mais le colonel Crompton voudra bien reconnaître avec moi que c'était déjà là de la standardization : ce matin même, à la Commission, nous nous occupions des symboles ! J'ajouterai que c'était là de la bonne standardization, puisque, pour n'avoir pas accepté la méthode de Cadmus, la civilisation chinoise est restée pendant plusieurs milliers d'années stationnaire.

Et si je vous prie de vous reporter ainsi à quelques milliers d'années en arrière, c'est encore pour une autre raison.

C'est devenu un lieu commun de parler du Progrès et de ses causes, mais il est un point sur lequel on n'a pas assez insisté, à mon sens.

L'évolution des espèces est si lente qu'on ne constate, historiquement, aucune évolution du cerveau humain. Spencer est un des plus vastes cerveaux du XIXe siècle, et, cependant, on ne pourrait affirmer qu'il ait été supérieur à Aristote : il est venu plus tard ; c'est tout ce que l'on peut dire avec certitude. Jusqu'en ces dernières années, l'archéologie passait pour une science tout à fait moderne, n'ayant pas de racines dans le passé. Or, les recherches archéologiques ont mis en évidence ce fait curieux que le dernier roi de Babylone, Nabounahid, vers 550 avant J.-C., était lui-même un archéologue passionné. Les pierres qu'il a laissées témoignent qu'il remonta, dans ses recherches, jusqu'à 3200 ans avant lui, et qu'il s'enorgueillit, comme d'une victoire, de la découverte des cylindres dédicatoires du roi chaldéen Naram-Sin, vivant il y a près de 6000 ans.

Loin de moi la pensée d'en conclure que les anciens connaissaient le second principe de la thermodynamique et les déductions si précieuses qu'en a tirées lord Kelvin jusqu'en électricité. Je veux en venir, pour finir, à ceci : l'antiquité, le moyen âge avaient des savants ; ils n'avaient pas d'ingénieurs. Le fait qu'Archimède, Héron d'Alexandrie et d'autres peut-être, étaient autant des ingénieurs que des savants n'infirme en rien cette vérité. Pour changer la face du monde, il a fallu l'apparition d'un élément *social* nouveau : l'Ingénieur.

Ingénieurs de tous pays, soyons fiers de notre œuvre ! Si petite que soit la part de chacun de nous dans ce changement, il a le droit de s'en enorgueillir comme tout homme sensé s'enorgueillit des succès de sa patrie.

J'apporte le salut cordial de la Société des Ingénieurs électriciens de France à la Société des Ingénieurs électriciens de la Grande-Bretagne.

Et je m'associe au savant et sympathique professeur Sylvanus Thompson pour le toast porté à la Commission électrotechnique internationale. Puisse son œuvre durer dans l'avenir aussi longtemps que celle de Cadmus dans le passé !

---

## SOURCES LUMINEUSES DE FAIBLE ÉCLAT

### SPÉCIFIQUE

Si les conclusions que le Dr Voege tire des essais que nous avons relatés dans notre numéro du 10 novembre dernier sont confirmées, c'est-à-dire, si l'innocuité, pour nos yeux, des rayons ultra-violets est démontrée, ou tout au moins si la fatigue produite sur la vue par les lumières artificielles est uniquement due à l'inégalité de l'éclairement, les sources lumineuses de faible éclat spécifique devront être recherchées.

Parmi ces sources, une de celles qui semblent répondre le mieux aux desiderata serait le tube lumineux introduit dans la pratique de l'éclairage par Mc Farlan Moore.

Les tubes Moore ne constituent pas un éclairage esthétique, et nous aurons certainement beaucoup de peine à nous habituer à ces longues traînées lumineuses qui ne sont susceptibles de se prêter à aucun de ces effets décoratifs que nous attribuons à nos appareils d'éclairage. Mais, précisément, par suite de la nécessité presque inévitable où l'on se trouve de les placer sur les plafonds ou

Digitized by Google

au moins à l'extrémité supérieure des murs, les rayons lumineux qu'ils émettent sont ainsi presque complètement en dehors du champ visuel, ce qui constitue la condition la meilleure d'un éclairage artificiel; comme nous le disions plus haut, à cette qualité vient s'ajouter le faible éclat spécifique de cette source lumineuse.

D'après les renseignements qui nous sont fournis par les journaux américains, ce procédé d'éclairage semble se propager quelque peu aux États-Unis. En particulier, l'administration du Post-Office de New-York, qui emploie déjà les tubes Moore depuis quelque temps, vient récemment de commander près de 1000 m de ces tubes répartis en vingt-huit sections de 35 m chacune; le diamètre des tubes est de 44 mm environ.

La longueur de 33 m est formée de deux tubes parallèles de 16,50 m réunis par une de leurs extrémités, l'extrémité libre de l'un d'eux étant en communication avec la boîte terminale; l'écartement des deux tubes est de 15 cm environ. Cette longueur, qui constitue une unité convenable, fonctionne sous la tension de 220 volts sur courants alternatifs de soixante périodes; elle consomme 2400 watts et produit une intensité lumineuse de 1500 bougies Hefner.

Dans les salles où ont été installés les premiers de ces tubes, les plafonds ont une hauteur de 9 m environ; avec deux de ces unités, on obtient sur les tables de triage un éclairement de neuf bougies Hefner-pied, ce qui représente un éclairage très intensif. Les tubes sont fixés à quelques centimètres seulement du plafond et maintenus par des colliers en fonte scellés tous les 20 cm; ils sont munis de réflecteurs fixés par les mêmes colliers qui ont pour objet de renvoyer la lumière sur le plancher.

Un des avantages des tubes à gaz raréfiés, est la modification de coloration que l'on obtient dans la lumière émise en changeant le gaz qu'ils contiennent. Ainsi, alors que les tubes vidés d'air émettent une lumière colorée en rose, on obtient une coloration jaune d'or avec l'azote, et les tubes au bioxyde de carbone donnent une lumière qui imite d'une façon parfaite la lumière diffuse du jour.

Les tubes Cooper-Hewitt ou lampes à vapeur de mercure doivent être également considérés comme des sources lumineuses à faible éclat spécifique.

Ces lampes ont été mises au point peu à peu et présentent aujourd'hui toute sécurité de fonctionnement; parmi les modèles nouveaux, nous citerons la lampe avec basculeur automatique qui permet d'appliquer ce moyen simple d'allumage aux lampes placées dans les endroits inaccessibles.

Le basculeur automatique est constitué par un simple électro-aimant à plongeur dont l'armature provoque le basculage du tube; à cet effet, le courant, au moment de la fermeture du circuit de la lampe, traverse la bobine de l'électro-aimant, cette bobine étant mise hors-circuit automatiquement dès que l'arc s'établit dans le tube.

L'allumage par rupture sous haute tension à l'aide d'un interrupteur spécial à mercure (« Shifter ») est aussi appliqué aux nouveaux modèles de lampes, parmi lesquels nous citerons la lampe type U à 220 volts; cette lampe est formée d'un tube de 19 mm de diamètre en forme d'U dont les deux branches ont une longueur de 1 m et sont écartées de 6 cm environ. La puissance lumineuse de la lampe U est de 900 bougies; elle consomme 2 ampères sous la tension de 220 volts.

Une lampe fonctionnant sur courants alternatifs a été créée sur le même principe que la soupape électrique à vapeur du mercure, c'est-à-dire qu'elle a deux électrodes positives en fer reliées à un transformateur dont le centre est en connexion avec un appareil de réglage et deux bobines de self à l'électrode négative.

Les bobines de self-induction servent à la fois pour la mise en marche de la lampe et pour l'amortissement des oscillations du courant. Cette lampe consomme environ 400 watts et fournit une puissance lumineuse de 800 bougies; son facteur de puissance est égal à 0,85.

| NATURE DE LA LAMPE. | SURFACE DE LA SOURCE EN DM². | INTENSITÉ DE LA SOURCE. | ÉCLAT SPÉCIFIQUE EN BOUGIES PAR CM². |
|---|---|---|---|
| Tube Moore . . . . . | 440 | 1000 | 0,0227 |
| Lampe Cooper-Hewitt. . . . . | 11,5 | 900 | 0,805 |
| Arc sous globe diffusant sphérique de 30 cm. . . . . | 27 | 1000 | 0,37 |
| Lampe à filam. métallique en ampoule sphérique diffusante de 9 cm . . . . . | 2,4 | 50 | 0,218 |
| Lampe à filam. métallique, ampoule claire . . . . . | 0,0072 | 50 | 71,5 |

Il est intéressant de rapprocher l'éclat spécifique des tubes Moore de celui des lampes à vapeur de mercure; c'est ce que nous avons fait par un calcul très approximatif dans le tableau suivant où nous faisons figurer également l'éclat spécifique d'une lampe à arc entourée d'un globe que nous supposons parfaitement diffusant et d'une lampe à incandescence à filament métallique sous ampoule donnant également une diffusion presque parfaite.

Ces deux derniers chiffres ne sont évidemment pas comparables aux premiers, puisque, du fait de la diffusion supposée parfaite, une fraction assez considérable de la puissance lumineuse des foyers serait absorbée, ce qui réduirait très notablement l'éclat spécifique, mais augmenterait dans les mêmes proportions la consommation spécifique; nous ne les donnons donc qu'à titre de curiosité.

Quant à l'éclat spécifique de la lampe à incandescence sans diffusion, il est fourni par la dernière valeur du tableau. Pour le calcul de l'éclat spécifique des tubes Moore-Cooper Hewitt, nous avons admis que l'éclat était uniforme sur toute la longueur du tube, ce qui n'est pas exact surtout en ce qui concerne l'arc à vapeur de mercure.

A. Bainville.

Digitized by Google

# MOTEUR DE TRACTION SIEMENS-SCHUCKERT

## A PÔLES DE COMMUTATION

En 1905, les établissements Siemens-Schuckert avaient exposé à Milan un premier moteur d'essai à pôles de commutation de 16 kilowatts pouvant être employé, absolument sans danger, à 1500 v. Même quand la tension était portée à 2000 v, on ne constatait pas la moindre étincelle.

Deux moteurs de ce genre ont été montés sur une voiture qui a été mise à l'épreuve sur la ligne d'essai de la compagnie.

Dans la suite les ateliers ont reçu la commande de plusieurs appareils de ce genre pour le chemin de fer circulaire Cologne-Bonn.

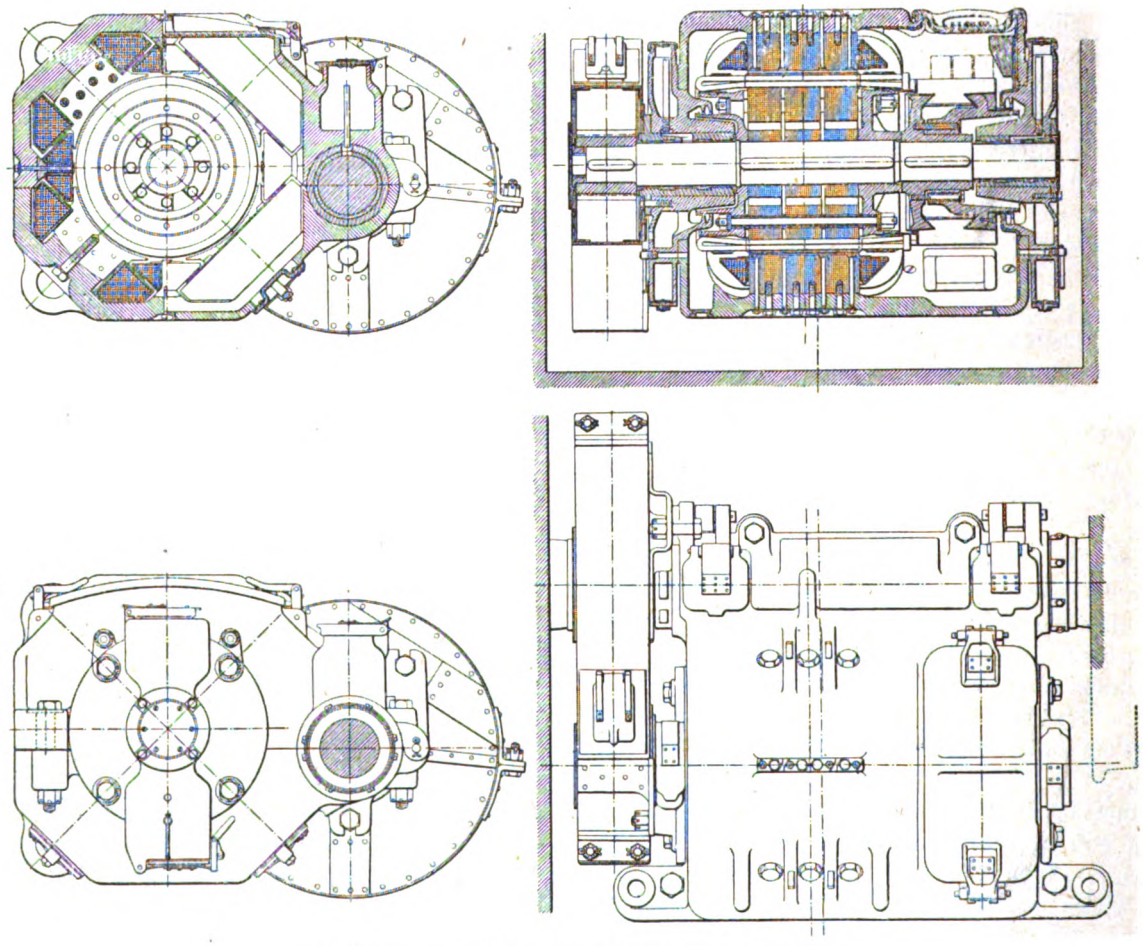
Cette ligne a été ouverte en janvier 1906; elle a 28 km de longueur; le service y est fait au moyen de trains de 2 automotrices et de 1 ou 2 remorques à des vitesses qui peuvent atteindre jusqu'à 70 km à l'heure.

Chaque automotrice est munie de deux moteurs de 95 kw à 1000 v aux bornes.

Le rapport de transmission est de 1 : 3,1 et le diamètre des roues de 950 mm; l'écartement des voies est de 1435 mm.

Les moteurs sont tétrapolaires et possèdent quatre pôles principaux et quatre pôles auxiliaires.

Les pôles principaux sont feuilletés; les pôles auxiliaires massifs; mais pour éviter dans ceux-ci les courants de Foucault, on les a fendus perpendiculairement à leur axe.



Plan, élévation et coupe du moteur de traction Siemens-Schuckert.

L'enroulement des pôles auxiliaires, de même que l'enroulement des pôles principaux, est en série avec l'armature à laquelle il est invariablement connecté, c'est-à-dire que, si l'on renverse la marche, le courant est inversé en même temps dans l'un et dans l'autre.

Des moteurs de capacité plus grande encore sont en service, depuis 1906, sur des locomotives qu'emploient les Hauts-fourneaux de la Moselle; leur puissance normale est de 118 kilowatts à 630 tours par minute et sous 1000 volts.

L'armature comporte 61 cannelures dans chacune desquelles se trouvent 12 conducteurs de cuivre plat; le collecteur comprend 83 segments; il y a deux groupes de trois balais de charbon, le collecteur et les balais sont enfermés dans une boîte où donne accès une grande

Digitized by Google

porte. Les pôles auxiliaires et les pôles principaux sont feuilletés.

Le graissage du palier, du côté de l'engrenage est fait sous pression; à cette fin, des tuyaux de cuivre relient ce palier à un graisseur spécial qui est placé dans la cabine du conducteur, et auquel on fournit de l'air comprimé à la pression de 7 kg : cm² en le reliant à l'un des réservoirs des freins.

Les locomotives sur lesquelles est utilisé ce type de moteur sont au nombre de trois; chacune est équipée de quatre engins groupés par deux en série, et la tension d'alimentation au fil aérien est de 2000 v.

Les machines sont à trucks pivotants, et leurs dimensions principales sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Gabarit, en m | 1,000 |
| Longueur totale, en m | 10,400 |
| Largeur totale, en m | 2,200 |
| Hauteur totale, en m | 3,850 |
| Écartement des trucks, en m | 4,800 |
| Écartement des roues de chaque truck, en m | 2,600 |
| Diamètre des roues, en m | 1,250 |
| Poids total, en tonnes | 55 |

Elles font le service sur une ligne de 14 km de longueur, à voie unique, reliant les Hauts-fournaux à leurs mines de fer de Sainte-Marie.

La ligne, sans être très accidentée, présente deux fortes montées : les points extrêmes sont respectivement à 170 et 244 m d'altitude et le point culminant à six kilomètres de la mine se trouve à 320 m.

Antérieurement, on employait des locomotives à vapeur, les trains se croisant à 5 km environ de Sainte-Marie. Le transport se faisait dans des wagons basculants à deux axes pesant 5 tonnes et d'une capacité de 8 tonnes.

Ces wagons ont été remplacés, depuis l'électrification, par d'autres, à décharge à l'air comprimé, pesant 12 tonnes et pouvant contenir 30 tonnes de minerai.

La quantité de minerai journellement transportée antérieurement était de 2600 tonnes environ, l'adoption de l'électricité a permis d'atteindre 6000 tonnes. Les trains pèsent de 200 à 300 tonnes et circulent à la vitesse maximum de 30 km à l'heure.

Les résultats tant expérimentaux que pratiques ont été très satisfaisants et ils ont décidé la compagnie à poursuivre l'étude des moteurs à pôles de commutation et à adopter ce mode de construction pour des appareils de puissance moyenne, soit de 22-30 kw.

C'est ainsi qu'elle a fourni un assez grand nombre de moteurs de cette espèce aux tramways de Cologne et au chemin de fer Bochum-Gelsenkirchen.

A l'heure présente, d'après les constructeurs allemands, *l'usage de pôles de commutation est indispensable pour les tensions de plus de* 900 *v*, parce qu'avec ces tensions la moindre étincelle aux balais peut déterminer une décharge à la terre.

*En-dessous de* 900 *v*, il améliore également, techniquement parlant, le fonctionnement, mais *on ne peut encore dire si cette amélioration est suffisante pour compenser le prix plus élevé des appareils qui sont pourvus du dispositif* (1).

Néanmoins celui-ci peut être utile, même avec les basses tensions, quand on veut pouvoir faire fonctionner les appareils comme moteurs shunt (2) ou les régler par variation du nombre de pôles. Il a, en effet, pour résultat, non seulement d'améliorer le fonctionnement des moteurs dans les conditions ordinaires, mais encore de permettre d'employer des appareils de puissance relativement moindre pour des lignes, où, aux fortes surcharges des démarrages ou de courtes montées, succèdent des temps de repos permettant aux moteurs de se refroidir.

En d'autres termes, il correspond en quelque sorte à une augmentation de la puissance; cette amélioration serait complète si l'on utilisait une ventilation artificielle; mais on peut dire, d'une façon générale, que la construction des moteurs de traction est à l'heure présente tellement remarquable sous le rapport de l'utilisation massique, qu'il n'est pas pratiquement possible de la perfectionner.

A ce point de vue, on avait escompté, à l'origine, que l'usage des pôles auxiliaires permettrait de réduire les entrefers; mais il a été reconnu que semblable modification n'est pas désirable en pratique, et qu'en fait *les pôles auxiliaires n'augmentent que la puissance momentanée (permettant ainsi une courbe de charge plus variable), mais non la puissance normale.* HENRY.

## L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE PAR MOULINS A VENT

Dans les petites installations d'éclairage électrique, actionnées par le vent qui ont été utilisées jusqu'ici, les dépenses nécessitées par la surveillance de la station, jouent un rôle beaucoup plus important que dans les grandes centrales.

Les faits que ces dépenses ont une influence très grande sur l'économie de l'exploitation et que la puissance du vent est essentiellement variable, entraînent à des dispositions particulières pour les diverses parties de l'installation.

Le moteur à vent doit être construit de telle sorte que sa roue se déplace suivant la direction du vent; en outre en cas d'orage par exemple, le moulin ne doit pas courir le danger d'être abîmé, c'est-à-dire que pour des vitesses trop grandes du vent, les surfaces actives des ailes doivent diminuer automatiquement; on doit en outre installer un dispositif empêchant la vitesse de prendre une valeur

(1) Les Siemens-Schuckertwerke mêmes ont construit pour le chemin de fer suspendu et souterrain de Berlin, les chemins de fer suburbains de Cologne, le chemin de fer de Castellamare-Sorente, etc., des moteurs sans pôles de commutation fonctionnant à 750 v.

(2) Ce procédé est appliqué à Francfort avec des appareils ordinaires.

Digitized by Google

excessive. Ces considérations, qui s'appliquent à tous les moteurs à vent, doivent naturellement être réalisées dans le cas de commande d'une machine électrique.

Le moulin, ainsi que l'installation électrique, doit fonctionner sans surveillance, et comme il peut ne pas y avoir de vent, il faut nécessairement installer une batterie d'accumulateurs ; le tout fonctionnant automatiquement.

Quand une telle installation doit fournir un courant dont la tension peut varier dans de certaines limites, elle comporte un moulin à vent actionnant une dynamo à courant continu, excitée d'une façon particulière, une batterie d'accumulateurs et deux commutateurs automatiques [système Lacour (1)].

Si on doit en même temps assurer un éclairage (ou bien rien qu'un éclairage) avec une telle installation, on doit en outre employer un régulateur de tension, approprié pour maintenir la tension constante dans le réseau d'éclairage ainsi que le font les ateliers d'Oerlikon.

S'il n'y a que très peu de lampes, par exemple seulement celles éclairant l'usine, on peut les alimenter directement par la dynamo, en intercalant plus ou moins de résistance dans leur circuit au moyen du régulateur.

La machine dynamo utilisée, avec ses accessoires, a la propriété de maintenir une tension absolument constante aux barres principales du réseau de lumière, quels que soient la vitesse du vent (et par conséquent du moteur), le nombre des lampes allumées, celui des moteurs en service et l'état de charge de la batterie, tandis que la tension à ses bornes varie entre celle correspondant à la décharge et celle nécessaire pour la charge de la batterie, quand la vitesse du vent passe du minimum au maximum.

En outre un conjoncteur disjoncteur fonctionne automatiquement, et cela lorsque l'intensité du courant est nulle, de sorte que la production d'étincelles est évitée.

La vitesse maximum de la dynamo limite la vitesse maximum du moulin à vent, c'est-à-dire que la tension maximum de charge de la batterie ne peut être dépassée, et qu'on évite ainsi une surcharge. Le courant de charge de la batterie a une intensité d'autant moins grande que la charge se prolonge plus, elle s'annule automatiquement quand la charge est terminée, et cela même quand le moulin continue à tourner.

L'installation ne nécessite donc aucune surveillance, car premièrement la batterie ne peut être surchargée, secondement la tension dans le réseau de lumière est maintenue automatiquement constante et troisièmement la tension de la machine (respectivement sa vitesse angulaire) varie automatiquement avec l'état de charge de la batterie.

Un autre avantage, très intéressant, du système Oerlikon est qu'il utilise l'énergie du vent dans des limites bien plus grandes et avec un rendement plus élevé, que les systèmes connus. Dans le système généralement employé jusqu'ici la vitesse du moulin à vent est à peu près constante pour un état de charge donné de la batterie, et quand par exemple la vitesse du vent diminue de moitié le moulin continue à tourner à peu près avec la même vitesse, car la charge de la batterie exige une tension à peu de chose près constante, c'est-à-dire une vitesse à peu près constante. Le moulin ne donne donc alors qu'une fraction de la puissance, qu'il pourrait donner si sa vitesse avait diminué en même temps que celle du vent. Dans le système Oerlikon au contraire la vitesse angulaire du moulin varie avec l'effort dû au vent, de sorte que, même pour de faibles vitesses, la puissance est complètement utilisée.

Afin de ne pas laisser croître la vitesse au-dessus d'une certaine limite dans les installations connues jusqu'ici, à partir d'une intensité donnée du courant, la courroie glisse. De ce fait une partie de l'énergie est perdue, et cependant tout en ménageant la batterie on peut l'utiliser.

Cet inconvénient est évité dans le système Oerlikon. Quand par suite de grande vitesse du vent, l'énergie produite par le moulin est supérieure à celle nécessaire à la charge de la batterie, la vitesse angulaire du moulin croît jusqu'au maximum permis par le système de régulation, sans que la tension de la dynamo dépasse la valeur maximum fixée. Si alors l'énergie disponible est utilisée directement pour l'éclairage, la puissance motrice, le chauffage, etc., la vitesse du moulin diminue, car la dynamo est chargée, et prend une valeur correspondant à la puissance utilisée. Les dimensions de la batterie n'ont aucune influence, c'est seulement la dynamo qui doit avoir une puissance donnée.

On peut, par exemple, supposer que la batterie sert seulement à un petit éclairage domestique, tandis que la plus grande partie de la puissance est utilisée directement à faire fonctionner des moteurs, du chauffage, etc.

Dans les systèmes employés actuellement la quotité de la puissance utilisable dépend directement des dimensions de la batterie et toute puissance supérieure doit être dépensée en glissement de courroie.

Il faut ajouter en outre que, dans le système Oerlikon, tous les appareils mécaniques de régulation dont le fonctionnement est peu sûr, comme, par exemple, le régulateur à force centrifuge, la courroie de glissement, les coupleurs mécaniques, etc., sont supprimés.

Les coupleurs automatiques sont du système Lacour, qui a déjà fait ses preuves dans d'autres installations, et le régulateur de tension est du système Thury, également déjà employé dans de nombreuses installations.

Le schéma de la figure 1 est celui d'une installation desservant à la fois des moteurs et des lampes. Le régulateur de tension commande un réducteur automatique de la batterie. On pourrait cependant régulariser la tension aux lampes au moyen d'un rhéostat commandé par l'appareil automatique, ce qui serait avantageux dans le cas où seulement une faible partie du courant fourni serait utilisée pour la lumière. Si l'on utilise

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 383 du 10 décembre 1907, p. 540.

Digitized by Google

un réducteur, les conditions de charge des éléments de réduction sont bien meilleures qu'à l'ordinaire, car les moteurs et les appareils de chauffage sont desservis par le courant de la batterie entière, et pour la fourniture de cette portion d'énergie les éléments de réduction sont constamment à l'état de décharge.

Les moteurs et appareils de chauffage, branchés sur la tension légèrement variable, sont construits de telle sorte que, pour les moteurs, la vitesse angulaire reste constante (le flux d'excitation croissant proportionnellement à la tension) ; les appareils de chauffage peuvent être régularisés en branchant un plus ou moins grand nombre d'éléments, le nombre total de ces éléments dépendant de la tension maximum admise.

La machine s'excite d'elle-même, jusqu'à ce que sa vitesse angulaire corresponde à celle pour laquelle la tension est égale à celle maintenue constante par l'appareil automatique ; à ce moment le deuxième appareil Lacour, disposé dans le circuit d'excitation, branche l'excitation principale sur la tension constante. Afin que

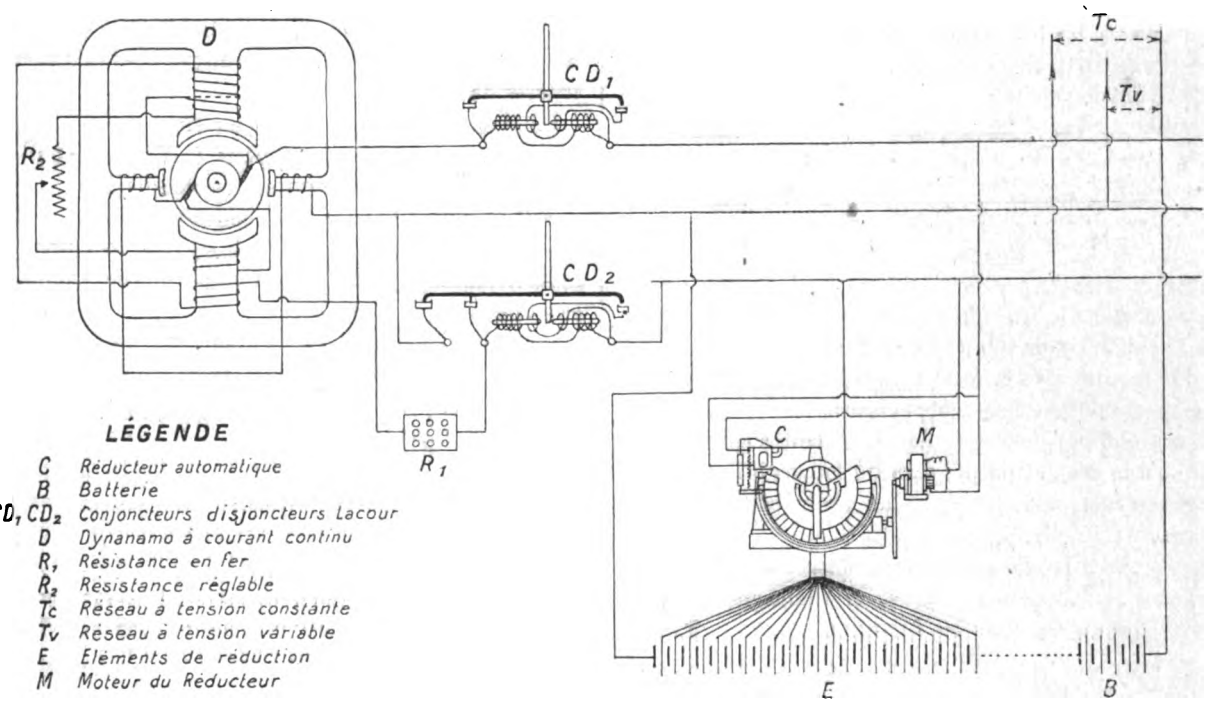



Schéma d'une installation d'éclairage par moulin à vent.

la machine s'excite sûrement, un courant dérivé de l'enroulement de l'appareil automatique parcourt constamment l'excitation.

La machine a donc même au repos une légère excitation indépendante, de sorte que l'auto-excitation est sûre lorsque la dynamo tourne. Ce dispositif est nécessaire dans le cas d'une dynamo pour moulin à vent, qui peut rester plusieurs jours sans tourner, et perdre alors tout magnétisme rémanent.

On doit nécessairement avoir une réserve pour les périodes où il n'y a pas de vent ; si l'on utilise pour cela une batterie, elle doit être de grandes dimensions et est par conséquent chère.

Dans un grand nombre d'installations, en Suède et en Norwège, on a constaté que les périodes de calme sont relativement rares ; annuellement la réserve doit fournir de 8 à 12 pour 100 de l'énergie totale. Il est toujours bon, dans ce genre d'installations, de prévoir un moteur de réserve, de sorte que l'on peut n'installer qu'une petite batterie.

Nous donnons en terminant les prix d'une installation ayant un moulin d'une puissance de 11 kw dans le cas d'un vent moyen ayant une vitesse de 5 m par seconde.

Le moulin comporte un pylone en fer, entre les pieds duquel est disposée la salle des machines.

Les prix de revient du terrain et de la construction peuvent naturellement varier suivant les circonstances.

Le moteur est à grande vitesse et couplé directement avec la dynamo :

| | |
|---|---|
| Moulin | 1 000 fr. |
| Moteur à essence (15 poncelets) | 5 500 |
| Batterie à 220 a-h environ | 5 500 |
| Dynamo et appareil de réglage | 5 500 |
| Tableau de distribution | 800 |
| Bâtiment et terrain | 3 000 |
| Divers | 1 000 |
| Total | 21 300 fr. |

L'installation devant donner du courant pour l'éclairage et l'énergie motrice, on peut admettre qu'elle débite 66 kw-h par jour, soit annuellement 2000 kw-h pour 300 jours de travail ; si l'on admet que le moteur à essence de secours qu'il faut toujours prévoir produit 10 pour 100 de l'énergie totale, la dépense d'essence pour le moteur s'élève $2000 \times 0{,}20 = 400$ fr.

Digitized by Google

On a donc approximativement les dépenses suivantes :

| | |
|---|---|
| Intérêt à 5 pour 100 du capital | 1050 fr. |
| Amortissement 8 pour 100 | 1700 |
| Frais de personnel | 500 |
| Essence et huile de graissage | 500 |
| Réparations | 500 |
| Total | 4250 fr. |

En vendant le kw-h à 0,50 fr, les recettes annuelles seraient de 10 000 fr, d'où un bénéfice de 5250 fr., soit environ 27 pour 100 du capital d'installation.

Si l'installation devait fonctionner avec le moteur à essence seul, les frais d'installation seraient diminués de 4000 fr. environ, ils s'élèveraient a 17 500 fr.

Les frais d'exploitation seraient alors les suivants :

| | |
|---|---|
| Intérêt à 5 pour 100 du capital | 860 fr. |
| Amortissement 8 pour 100 | 1400 |
| Frais de personnel | 1800 |
| Essence et huile | 5000 |
| Réparations | 500 |
| Total | 9560 fr. |

En vendant le kw-h à 0,50 fr, le bénéfice serait de 440 fr, soit 2,5 pour 100 du capital, au lieu de 27 pour 100 avec le moulin à vent. Avec le moteur à essence seul, les frais de surveillance sont plus élevés.

A ces chiffres devraient naturellement s'ajouter ceux relatifs à la canalisation de distribution, mais ils ne seront en général pas assez élevés pour avoir beaucoup d'influence.

Les vitesses moyennes du vent, observées pendant dix ans, sont : en Autriche 4,5 m : s, en Allemagne 4,4 m : s. et sur les côtes des Pays-Bas 6,7 m : s. F. L.

## NOUVELLE LOCOMOTIVE GANZ

### A COURANTS TRIPHASÉS

On sait que la ligne de la Valteline est la première grande ligne sur laquelle le système triphasé à haute tension a été appliqué à la traction électrique.

Le service y fut inauguré officiellement en octobre 1902 et commença au moyen de voitures automotrices et de locomotives, les premières pour les trains de voyageurs, les secondes pour les trains de marchandises.

Les automotrices étaient à deux vitesses (la deuxième vitesse au moyen du groupement en cascade), et les locomotives à une seule.

En 1903, trois nouvelles locomotives furent commandées; celles-ci étaient d'un type entièrement nouveau, les moteurs étant fixés dans le châssis et attaquant les roues des essieux moteurs (trois), lesquelles sont accouplées, par l'intermédiaire de manivelles et de bielles, de la même façon que les locomotives à vapeur.

Ces machines ont été décrites un peu partout, et les remarquables résultats qu'elles ont procurés ont été maintes fois signalés.

Cependant, des antagonistes du système triphasé ayant reproché à cette méthode de ne donner économiquement qu'une seule vitesse ou, tout au plus, deux, en employant le montage en cascade ou le réglage par variation du nombre de pôles, et quoique, pour la plupart des cas, l'emploi de deux vitesses soit suffisant en pratique, et qu'il ait été démontré théoriquement que l'on peut, par la combinaison des moyens ci-dessus mentionnés, obtenir plusieurs vitesses, il a paru intéressant d'étudier la réalisation pratique d'une locomotive électrique de grosse traction à courant triphasé permettant de réaliser trois vitesses de régime.

Une tentative dans ce sens a pu être faite récemment, la Société Ganz ayant reçu, pour la Valteline toujours, la commande de quatre grosses locomotives.

D'apparence extérieure, les nouvelles machines sont à peu près semblables aux premières; mais des différences assez notables existent quant à l'agencement des moteurs et à la construction de ceux-ci.

La construction mécanique est celle adoptée par les Chemins de fer italiens et du Midi; l'essieu du milieu est fixe; les deux essieux extrêmes ont chacun un déplacement latéral de 25 mm; les essieux porteurs forment, avec chaque essieu couplé voisin, un bogie, dans lequel les premiers peuvent se déplacer radialement; le pivot de l'un des bogies possède un déplacement latéral de 25 mm à droite et à gauche; celui de l'autre est fixe; la longueur totale entre tampons est de 11,54 m; l'empattement des essieux, de 2,40 m, 2,35 m, 2,35 m et 2,40 m; le diamètre des roues couplées est de 1,5 m; celui des roues porteuses de 0,8 m.

Le courant est fourni par deux fils aériens à la tension de 3000 volts et à la fréquence de 15 périodes par seconde.

Les appareils accessoires de l'équipement des locomotives ne présentent pas de particularités.

Sur la toiture de la locomotive sont montés deux dispositifs de prise, du même type à peu près que ceux employés sur les machines de 1903.

Ces dispositifs sont formés d'une barre transversale droite, en bois imprégné, tournant dans des coussinets à billes et portant deux rouleaux de frottement en acier, isolés l'un de l'autre et correspondant chacun à des fils aériens; de ces rouleaux, le courant passe aux tiges de support par des frottements en charbon. Les dites tiges sont séparément en connexion électrique avec les bases du trolley, qui sont elles-mêmes soigneusement isolées de la toiture.

Le levage de ces dispositifs est fait à l'air comprimé au moyen d'un mécanisme contrôlé par des robinets placés dans la cabine et qui modifient la tension sur le piston de façon à approprier à la vitesse la pression du frotteur contre les fils; le rabattement a lieu par le poids de l'appareil.

Les différents appareils de contrôle électrique sont également actionnés pneumatiquement.

Digitized by Google

Sur les locomotives de 1905, la force motrice est donnée par deux moteurs doubles, formés chacun de deux unités octopolaires tournant en cascade.

Les nouvelles locomotives n'ont que deux moteurs simples, l'un octopolaire, l'autre dodécapolaire, et construits tous deux pour pouvoir fonctionner à la tension de 5000 volts.

Trois vitesses de régime différentes sont réalisables selon que l'on emploie l'un ou l'autre de ces moteurs isolément ou tous deux en série; avec le moteur octopolaire seul, on marche normalement à 64 km : h, avec le dodécapolaire à 42 km : h, et avec les deux en cascade à 25,5 km : h.

Les nouveaux moteurs sont à carcasse formée de tôles de fer et de plaques de fer forgé, et on y a évité complètement l'emploi de pièces de fonte.

Le rotor est muni de trois bagues; ces bagues sont placées à l'extérieur et du côté opposé à l'accouplement; elles ne sont pas montées directement sur l'arbre, mais sur un axe séparé, que l'arbre du moteur entraîne par une manivelle. Cette disposition a pour but de faciliter l'accès aux divers organes. Les porte-balais sont fixés sur le châssis de la locomotive et logés dans une boîte amovible en tôle de fer.

La transmission du mouvement des moteurs aux essieux se fait de la même manière que dans les premières machines.

L'axe de chaque rotor est muni d'une manivelle. Les

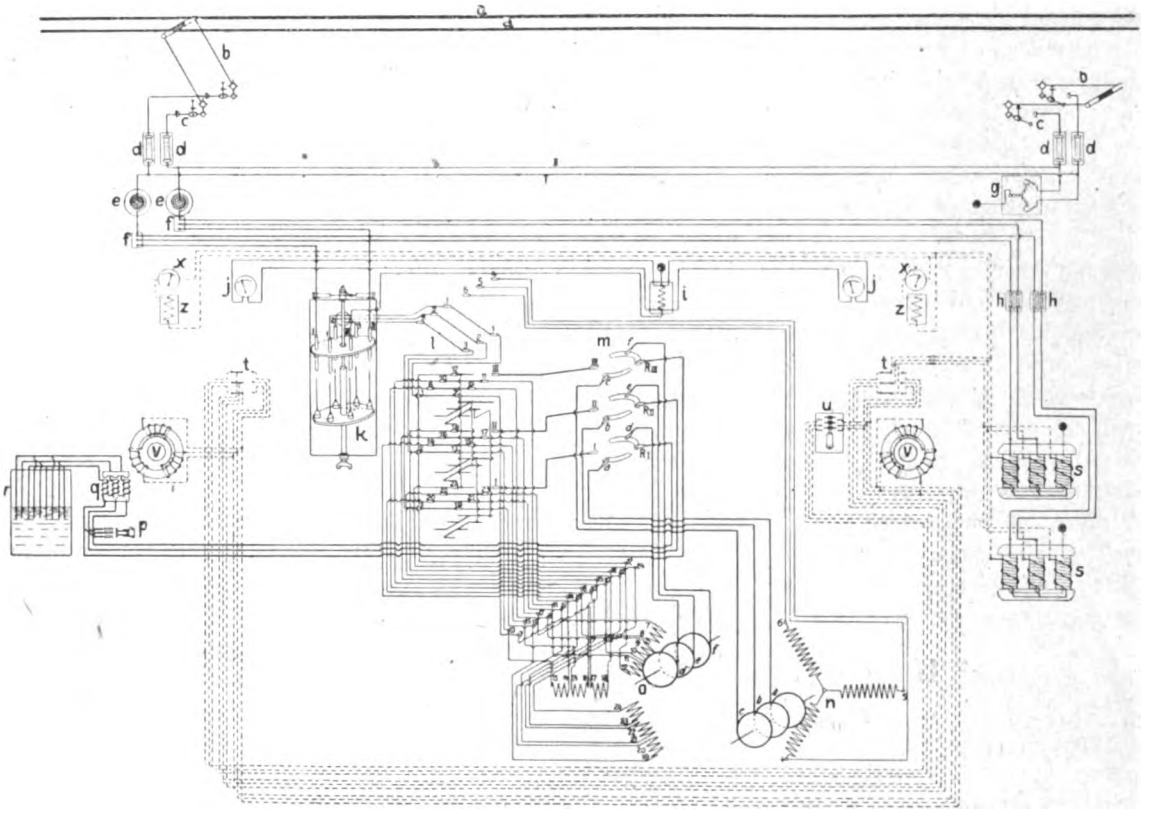


Schéma des connexions de la nouvelle locomotive Ganz à courants triphasés.

deux manivelles sont reliées l'une à l'autre par une bielle horizontale, de construction très robuste; au centre de cette bielle se trouve un joint disposé pour recevoir les extrémités des barres de transmission qui sont connectées chacune, d'autre part, aux roues motrices.

Il n'y a absolument pas d'engrenages.

La barre supérieure est équilibrée au moyen de contrepoids angulaires; il y a un contrepoids pour chaque moteur.

On sait que, en règle générale, l'accouplement en cascade de deux moteurs triphasés ne va pas sans difficulté, parce que la partie à haute tension de l'un des moteurs est alors appelée à travailler sur la résistance de démarrage.

La variation de vitesse se fait, dans le cas présent, au moyen d'un dispositif dû à M. von Kando, et qui est représenté par la figure ci-contre, laquelle montre, pour le surplus, toutes les parties; ce sont : *a*, la ligne d'alimentation; *b*, les dispositifs de prise; *c*, l'interrupteur du dispositif de prise; *d*, le fusible principal; *e*, une bobine de self; *f*, les boîtes de jonction; *g*, le parafoudre; *h*, le fusible du transformateur; *i*, une dérivation vers l'ampèremètre; *k*, l'interrupteur principal; *l*, l'interrupteur du moteur dodécapolaire; *m*, le commutateur de vitesse; *n*, le moteur octopolaire; *o*, le moteur dodécapolaire; *p*, le dispositif du court-circuit; *q*, le régulateur du rhéostat; *r*, le rhéostat; *s*, le transformateur pour l'éclairage et le moteur du compresseur; *t*, l'interrupteur

Digitized by Google

pour le compresseur; $u$, le régulateur manométrique; $v$, le moteur du compresseur; $x$, un voltmètre; $z$, la résistance du voltmètre.

Le procédé von Kando consiste à modifier, pour la basse tension, l'enroulement statorique de l'un des moteurs, le dodécapolaire, qui est à cette fin monté de la façon représentée : pour chaque phase, son stator est muni de trois enroulements séparés, il y a donc neuf enroulements en tout; les dix-huit jonctions correspondantes sont reliées à un dispositif d'accouplement spécial.

Quand le moteur est employé directement à 3000 volts, les trois bobines de chaque phase sont en série et les trois groupes ainsi formés sont disposés en étoile par rapport aux autres.

Quand les deux appareils ont à fonctionner en série, les trois bobines de chaque phase du dodécapolaire sont mises en parallèle et les groupes sont réunis en triangle.

Le commutateur à l'aide duquel sont réalisées les modifications de montage est formé d'un certain nombre de groupes de contacts placés dans une boîte de fonte à plusieurs compartiments, pourvue d'un couvercle à charnières et garnie intérieurement d'un revêtement de micanite.

A la partie supérieure est disposé un piston actionné à l'air comprimé et qui communique à l'axe portant les contacts mobiles un mouvement de va-et-vient vertical.

Sur les parois de la boîte sont fixés, à l'aide d'isolateurs spéciaux, les contacts fixes, reliés au commutateur principal, au commutateur de vitesse et aux bobines du stator.

Le commutateur de vitesse sert à établir les liaisons voulues entre les moteurs et le rhéostat liquide pour chacune des trois vitesses; il comporte, en conséquence, trois groupes de contact.

Les contacts fixes sont placés l'un au-dessus de l'autre dans une caisse rectangulaire en fonte; au centre se trouve un axe auquel trois pistons à air comprimé, espacés de 120°, permettent d'imprimer un mouvement de rotation approprié par tiers de tour et qui prend ainsi trois positions; cet axe porte les trois groupes de contacts correspondant aux contacts fixes.

Le démarrage se fait au moyen d'un rhéostat liquide, formé d'un certain nombre de plaques entre lesquelles l'eau est introduite par pression pneumatique jusqu'à une hauteur déterminée.

Il est contrôlé par le jeu d'un régulateur qui provoque le déplacement du liquide de façon à approprier le courant à la charge.

Des tubes verticaux placés de part et d'autre des plaques médianes servent à refroidir l'électrolyte; le récipient est muni, dans le même but, d'ailettes assez développées; ce dernier dispositif était le seul employé dans les grosses machines de 1905; mais les actuelles sont plus puissantes, et il a fallu une réfrigération appropriée.

Le fonctionnement des nouvelles machines est excellent, au démarrage en particulier.

L'effort de traction à la plus basse des vitesses que nous avons indiquée est de 6600 kg, et pour les deux autres de 3500 kg. Cet effort a pu être maintenu pendant dix heures, continûment, sans que la température s'élevât de plus de 60°C, comparativement à la température ambiante.

Le moteur octopolaire, essayé seul, a pu fournir, pendant une heure, une puissance de 1100 kw sans que l'élévation de température y fût supérieure à 75°C; dans les mêmes conditions, le moteur dodécapolaire a donné 880 kw.

Les deux engins pèsent respectivement 14,7 et 15,6 tonnes.

Le poids total de la locomotive en ordre de marche est de 62 tonnes.; le poids adhérent de 42.

L'emploi de trois vitesses n'a pas seulement pour effet de permettre de régler la puissance absorbée proportionnellement à la charge et à la rampe, mais encore de procurer au démarrage un rendement supérieur; les pertes dans les résistances sont moindres, et les rhéostats peuvent ainsi être plus petits.

Il arrive assez fréquemment dans l'exploitation des lignes de montagne, comme c'est le cas pour celle de la Valteline, que l'on est amené à former des convois comprenant deux locomotives, une de tête et une de queue: les deux machines doivent alors être commandées séparément, de la même façon qu'on le fait avec des locomotives à vapeur.

Il est dangereux, toutefois, de mettre ainsi en parallèle deux locomotives triphasées; une faible différence dans le diamètre des roues, fût-elle seulement de 2 à 3 pour 100, suffit, en effet, par suite de l'influence qu'elle a sur la vitesse de marche des moteurs, à faire passer toute la charge de l'une à l'autre.

Pour éviter ce danger, les rotors peuvent être connectés à des résistances réglables, que l'on mesure en tenant compte de la différence entre les roues motrices.

Avec les nouvelles machines de la Valteline, la compensation est obtenue au moyen des rhéostats principaux; à cette fin, on agit sur le régulateur pneumatique du rhéostat de l'une des locomotives, lequel est muni d'un dispositif approprié, de telle façon que la pression ne puisse jamais y devenir telle que la résistance soit mise en court-circuit.

Quand elles sont mises en parallèle, les deux locomotives travaillent de la sorte : l'une, celle ayant les plus grandes roues, à charge constante; l'autre, pour faire face à l'excédent variable.

On peut aussi régler la première en proportion de la charge sur les rampes; sur les pentes, pendant la récupération, c'est la seconde machine que l'on contrôle.

HENRY.

*Tout ce qui concerne la Direction et l'Administration, doit être adressé à* **M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

*Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à* **M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

Digitized by Google

# DYNAMO-VOLANT RÉGULATRICE

## POUR INSTALLATIONS A COURANT VARIABLE

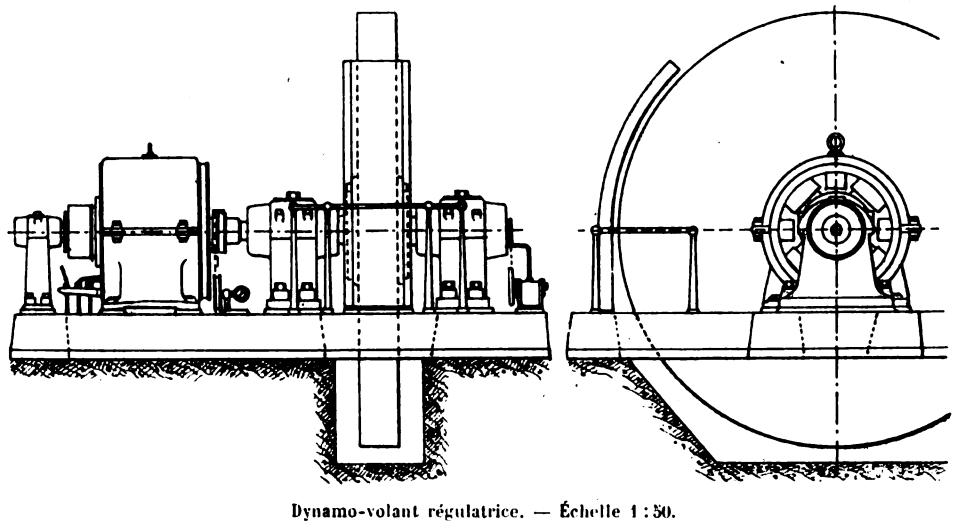
Beaucoup de petites usines marchent dans de mauvaises conditions de rendement, parce qu'on a été obligé de prévoir les groupes électrogènes pour une puissance bien plus grande que la puissance moyenne, cela en vue de faire face à des à-coups momentanés.

C'est ainsi que de petites stations de tramways ont des consommations de charbon notablement plus élevées que les grandes stations, toutes proportions gardées, la puissance disponible ayant besoin d'être relativement plus élevée pour faire face aux démarrages. Sans parler des batteries d'accumulateurs qui, accouplées à des survolteurs convenablement étudiés, permettent d'éviter ces à-coups et qui résolvent très bien le problème, nous attirerons l'attention sur l'emploi de dynamos-volants qui ont déjà rendu, dans des circonstances analogues, de très grands services.

A l'Exposition de Manchester, on pouvait voir cette année, au Stand de la *Lancashire Dynamo and Motor C°*, un spécimen de dynamo volant qui fonctionnait en assurant un régime constant aux génératrices de cette Exposition. Plusieurs de ces machines ont été installées dans des mines anglaises, où elles sont très appréciées; aussi, en donnerons-nous les dimensions principales, car elles sont susceptibles de recevoir de nombreuses applications.

Le volant est en acier, il sort des établissements Armstrong, qui l'ont spécialement étudié, son diamètre est de 2,6 m, son épaisseur de 10 cm, son poids est de 4 tonnes environ, la figure ci-dessous montre son montage sur l'axe de la dynamo.

L'ensemble peut fournir, une fois lancé à la vitesse de



Dynamo-volant régulatrice. — Échelle 1 : 50.

régime : 150 ampères sous 500 volts pendant 2 minutes, ou 200 ampères pendant une minute et demie ou encore 300 ampères pendant 45 secondes.

La vitesse angulaire varie pendant ce temps de 950 à 670 tours par minute. On emploie le graissage par circulation forcée; une pompe rotative visible à l'extrémité du groupe assure le mouvement de l'huile à travers les paliers.

Le moteur qui conduit le volant porte sur l'arbre de l'induit un ventilateur, et son inducteur comporte des pôles auxiliaires.

Le rôle du groupe est, avons-nous dit, de régulariser la charge des dynamos génératrices en fournissant du courant au réseau dès qu'une demande brusque se produit et en absorbant au contraire de l'énergie pour reprendre peu à peu sa vitesse normale dès que l'à-coup est passé.

Le moteur comporte trois enroulements inducteurs :

1° Un enroulement shunt limitant la vitesse ;

2° Un petit enroulement série destiné à compenser la perte de charge dans l'induit;

3° Un enroulement série principal recevant tout ou fraction du courant de l'induit. Un régulateur automatique opère le shuntage variable de l'excitation série par la manœuvre d'un rhéostat monté en dérivation sur cet enroulement.

Ce régulateur fait varier l'intensité du champ suivant la charge, de façon à faire débiter la machine dès qu'un appel de courant un peu intense tend à se produire sur le réseau. Toutefois, les choses sont disposées de telle façon que, pour une demande de courte durée, le volant intervient seul, le régulateur n'entre en jeu que lorsque la vitesse du volant a diminué au-dessous d'une certaine valeur.

Le réglage des résistances se fait sur place d'après les besoins de chaque installation, il est en général très efficace.

L'ensemble de ce dispositif, qui ne comporte en somme aucun organe compliqué, lui permet de s'ajouter à toute installation existante sans entraîner de grandes modifications; dans bien des cas il pourra éviter la mise en service d'un ou plusieurs groupes électrogènes. A. S.

Digitized by Google

# EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

## DE MARSEILLE

## RÉCOMPENSES [1]

### GROUPE IX

### Traction.

*Grands prix.* — L'Aluminothermie, 67, rue de Provence, Paris. — Compagnie Magnolia, 50, rue Taitbout, Paris. — The J. G. Brill Cº, Philadelphie (U.S.A.). — Société des Usines R. de Roll, Berne (Suisse). — Société de l'Accumulateur Tudor, 81, rue Saint-Lazare, Paris. — Société de Construction et de Location d'Appareils de Levage et de Matériel de Travaux publics, 62, rue Vitruve, Paris. — Tréfileries et Laminoirs du Havre, 29, rue de Londres, Paris.

*Médailles d'or.* — Compagnie française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux, rue du Commandant-Marchand, Bordeaux. — M. E. Potron (Forges de Persan), 29, rue Riquet, Paris. — Société française d'Exploitation des boîtes « Isothermos » à bain d'huile, MM. Eveno-Nolo et Cie, 150, avenue de Saint-Ouen, Paris. — Compagnie française des Aciéries Edgar Allen, MM. E. Rivière et Cie, 28, rue Saint-Georges, Paris. — MM. E. Legénisel et Cie (fonderie d'acier et de fonte malléable), 29, rue de l'Orillon, Paris. — M. Ernst Schiess (Société anonyme), Ateliers de construction de Machines-outils, à Dusseldorf (Allemagne). — Compagnie de Signaux électriques pour Chemins de fer, 8, rue Pillet-Will, Paris. — Unione Italiana Tramways elettrici, Gênes (Italie). — MM. Hillairet-Huguet, 22, rue Vicq-d'Azir, Paris. — Société de Constructions électriques (ancienne maison Fauris et Dukard), 67, rue Molière, Lyon. — MM. E. H. Cadiot et Cie, 12, rue Saint-Georges, Paris. — Oesterreichische Daimler Motoren Gesellschaft, système ingénieur Ludwig Stoll, Vienne (Autriche).

*Médailles d'argent.* — MM. Albanèse et Reiss, 85, rue Saint-Lazare, Paris. — M. P. Thiébault, 259, boulevard National, Marseille. — Établissements industriels D. Soulé, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). — M. P.-F. Feytens, 15, rue Camoin-Jeune, Marseille. — MM. J. Joya père et fils et Cie, constructeurs, Grenoble. — Compagnie générale de Travaux d'Éclairage et de Force (anciens Établissements Clémençon), 25, rue Lamartine, Paris.

*Médailles de bronze.* — M. E. Deville, constructeur-mécanicien, à Grand'Croix (Loire). — Société anonyme des Éclisses électro-mécaniques, 84, rue du Ranelagh, Paris. — Compagnie du Chemin de fer Montreux-Oberland Bernois, à Montreux (Suisse). — Compagnie du Chemin de fer Aigle-Leysin, Aigle (canton de Vaud), Suisse. — Société anonyme des Établissements Adt, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle); Frymann et Sundt, représentants à Marseille. — M. Aug. Ulbrich, ingénieur-électricien, 12, rue Gounod, Nice, agent dépositaire de la Maison A. Tribelhorn et Cie, à Zurich (Suisse). — Compagnie du Chemin de fer de la Gruyère, à Bulle (canton de Fribourg), Suisse.

*Mention honorable.* — M. Léon Holtser, ingénieur, E. C. P., 2, rue de Berne, Paris.

### GROUPE X

### Agriculture.

*Exposants hors concours.* — Ministère de l'Agriculture, Paris. — Département des Bouches-du-Rhône (arrondissement d'Arles). — Département des Basses-Alpes. — Société du Canal de Pierrelatte, à Orange (Vaucluse). — Direction du Service des Eaux de la Ville de Marseille. — Sud Électrique, 90, rue de la Victoire, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Société norvégienne de l'Azote, 5, rue d'Antin, Paris. — Société des Produits chimiques de Marseille-l'Estaque, 12, rue Breteuil, Marseille.

*Grands prix.* — Établissements Simon frères, à Cherbourg (Manche). — MM. Sülzer frères, à Winterthur (Suisse), 7, avenue de la République, Paris. — M. Arnoux, constructeur-mécanicien, rue des Teinturiers, Avignon. — M. Victor Coq, constructeur, à Aix (Bouches-du-Rhône). — MM. Weise et Monsky, ingénieurs-constructeurs, 56, rue Lafayette, Paris.

*Médailles d'or.* — MM. Mistral-Bernard, à Saint-Remy (Bouches-du-Rhône). — École pratique d'Agriculture et de Viticulture de Valabre. — Lieutenant Basty, 155e régiment d'infanterie, à Angers (Maine-et-Loire). — M. Albert Samuel, 6, boulevard Testanière, Marseille. — M. Paul Brunon, 2, rue Lulli, Marseille. — MM. Japy frères et Cie, à Beaucourt (territoire de Belfort). — MM. Giraud et Soulet frères, constructeurs, boulevard extérieur d'Arenc, Marseille. — Société anonyme des Anciens Établissements Albaret, à Rantigny (Oise).

*Médailles d'argent.* — MM. Bottin, 96, Grand Chemin d'Aix, Marseille. — M. Auguste Garcin fils aîné, boulevard Maurin (Cabucelle), Marseille. — Institut national d'Aviculture, 101, avenue de Villiers, Paris.

*Médailles de bronze.* — Société anonyme des Établissements Millot, à Gray (Haute-Saône); A. Le Guiniou, représentant, 119, rue de l'Évêché, Marseille.

### GROUPE XI

### Art militaire et génie maritime.

*Exposants hors concours.* — Ministère de la Marine, Paris. — Ministère de la Guerre, Paris. — Ministère des Travaux publics, Paris. — Société alsacienne de Constructions mécaniques, à Belfort; M. Georges Michel, représentant à Marseille. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Société française des Procédés J.-L. Routin, 15, rue Émile-Zola, Lyon. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — MM. A. Granoux et Cie, 17, boulevard d'Athènes, Marseille. — Maison Breguet (Société anonyme), 19, rue Didot, Paris.

*Grands prix.* — Société « l'Éclairage électrique », 364, rue Lecourbe, Paris. — MM. Boutte, Larbodière et Cie, 6, rue Laborde, Paris. — Compagnie des Messageries maritimes, 2, quai de la Joliette, Marseille. — Commandant Luigi Luiggi, via Sardegne, 81, Rome (Italie).

*Médailles d'or.* — Société générale de Transports maritimes à vapeur, 3, rue des Templiers, Marseille. — MM. Stapfer de Duclos et Cie, constructeurs, 42, boulevard Maritime, Marseille. — Société anonyme des Anciens Établissements Millot, à Gray (Haute-Saône); A. Le Quiniou, représentant, 119, rue de l'Évêché, Marseille.

### GROUPE XII

### Électro-Métallurgie, Électro-Chimie.

*Exposants hors concours.* — Fabrique d'Accumulateurs électriques A. Heinz et Cie, 27, rue Cavé, Levallois-Perret (Seine). — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — MM. Leclanché et Cie, 158, rue Cardinet, Paris. — Le Carbone, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). — Société d'Électro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*,

[1] Voy. *L'Industrie Électrique* du 25 octobre 1908, p. 520.

Digitized by Google

rue Roquépine, Paris. — Société des Carbures métalliques, 2, rue Blanche, Paris. — Société commerciale du Carbure de Calcium, 2, rue Blanche, Paris. — Société d'Électro-Chimie, 2, rue Blanche, Paris. — Société française des Produits azotés, 2, rue Blanche, Paris. — Société Électro-Métallurgique française, Froges (Isère). — Compagnie universelle d'Acétylène, 56, rue de Châteaudun, Paris. — Société des Établissements Keller-Leleux, 3, rue Vignon, Paris. — Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, Salindres. (Gard). — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — Société norvégienne de l'Azote, 5, rue d'Antin, Paris. — Société des Usines électriques de la Lonza, Genève. — École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, 10, rue Vauquelin, Paris. — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Société française d'Entreprises et d'Exploitations électriques, 75, boulevard Haussmann, Paris.

*Grands prix.* — Société anonyme Électro-Métallurgique, Produits Paul Girod, Ugines (Savoie). — Société Électro-Chimique du Giffre, Saint-Jeoire (Haute-Savoie). — M. Charles Bertolus, industriel, 8, place Paul-Bert, Saint-Étienne. — Compagnie générale d'Électro-Chimie de Bozel, 18, rue de la Pépinière, Paris. — Établissements Poulenc frères, 122, boulevard Saint-Germain, Paris. — Société lyonnaise la Volta, Moutiers (Savoie).

*Médailles d'or.* — L'Aluminothermie, 67, rue de Provence, Paris. — M. Ad. Jouve, 1 et 3, boulevard Saint-Germain, et 2 et 4, rue des Fossés-Saint-Bernard, Paris. — Société des Cuivres de France, 5, rue Cambon, Paris. — Società elettrochemica Monsese, Monza (Italie). — Società anonima elettrochemica Dr Rossi, Legnano (Italie). — Société nicoise d'Électro-Chimie, 18, rue de la Pépinière, Paris. — M. Brochet, professeur à l'École de Physique et Chimie industrielles de la Ville de Paris, 30, avenue des Gobelins, Paris.

*Médailles d'argent.* — M. Jean Jacquemard fils, la Ricamarie par Saint-Étienne (Loire). — Société pyrénéenne de Silico-Manganèse, 7, rue Grolée, Lyon.

*Médaille de bronze.* — M. P. Cointé, 1, rue Papère, Marseille,

*Mentions honorables.* — MM. Decome frères et J. Figueras, 8, rue Colbert, Marseille. — MM. Hermann Wallner, Schinagelgasse, 6, Vienne XVI (Autriche).

### GROUPE XIII

### Télégraphie, Téléphonie.

*Exposants hors concours.* — Ministère de la Guerre, Paris. — Ministère des Travaux publics (Sous-Secrétariat des Postes et des Télégraphes), Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — MM. Geoffroy et Delore, 28 et 30, rue des Chasses, Clichy (Seine). — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille. — Le Carbone, 12 et 15, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). — Société d'Électro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris. — MM. L. Tissot et L. Raibaud, 25, rue de la République, Marseille. — M. Jules Richard, 25, rue Mélingue, Paris. — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — MM. A. Granoux et Cie, 17, boulevard d'Athènes, Marseille. — Observatoire de Marseille. — Compagnie générale radiotélégraphique Carpentier, Gaiffe, Rochefort, 20, rue Delambre, Paris. — Établissements français Aubert-Grenier, Dijon; siège social, 1, rue du Havre, Paris.

*Grands prix.* — MM. Charbonneaux et Cie, route de Cormontreuil, Reims (Marne). — Verrerie de Folembray, Société de Poilly de Brigode, à Folembray (Aisne). — MM. Pirelli et Cie, Milan (Italie). — Tréfilerie et Laminoirs du Havre, 29, rue de Londres, Paris. — Société générale des Condensateurs électriques, système Mosciki; G. Conti, concessionnaire pour la France, 85, rue des Amandiers, Paris. — MM. Himmelsbach frères, Rempartstrasse, 16, Fribourg (Grand-Duché de Bade). — École nationale d'Horlogerie de Besançon, M. Fénon, professeur, Besançon. — M. David Perret fils, S.A., Neuchâtel (Suisse).

*Médailles d'or.* — M. Arturo Perego et Cie, via Castel, Morrone, 4 Milan (Italie). — M. Féry, professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, 10, rue Vauquelin, Paris. — Société générale de Transports maritimes à vapeur, 3, rue des Templiers, Marseille. — Firma J. Himmelsbach, Friedrichstrasse, 28, Fribourg (Grand-Duché de Bade).

*Médailles d'argent.* — Société anonyme des Établissements Paz et Silva, 55, rue Sainte-Anne, Paris. — M. C. Lippmann, 103, chemin des Chartreux, Marseille. — Società Edison per la Fabbricazione da Machine ed Apparecchi elettrici C. Grimoldi et Cie, via Broggi, Milan (Italie). — Società anonima Valsabbina Elettrotecnica, Vestone, Brescia (Italie). — M. Aimé Blanc, mécanicien-électricien, Miramas (Bouches-du-Rhône).

*Médailles de bronze.* — M. Carl von Peez, Neulinggasse, 28 Vienne (Autriche). — Compagnie générale des Conduites d'Eau, 12, rue Calmels, Paris. — M. Drissler, 24, rue Beaubourg, Paris. — M. Alexandre Lion, Directeur de l'Œuvre maternelle des Couveuses d'Enfants, 5, rue Cart, Saint-Mandé (Seine).

*Mentions honorables.* — M. A. Maraval, 7, cours Lieutaud, Marseille. — M. Jules Fabre, industriel, Salon (Bouches-du-Rhône).

### GROUPE XIV

### Électricité médicale.

*Hors concours.* — Compagnie générale de l'Ozone, 11 *bis*, boulevard Haussmann, Paris.

*Grand prix.* — M. Drissler, 24, rue Beaubourg, Paris.

*Médailles d'or.* — M. Richard Heller, 18 et 20, cité Trévise, Paris. — Elecktricitäts-Gesellschaft Gebr. Ruhstrat, Gottingen (Allemagne). — M. A. Pierre Goby, 5, boulevard Victor-Hugo, Grasse (Alpes-Maritimes).

*Médailles d'argent.* — MM. J. et A. Gassend, 4, place du Change, Marseille.

*Médaille de bronze.* — M. Camille Herrgott, ingénieur, La Sablière, au Valdois (Territoire de Belfort).

*Mentions honorables.* — M. Henry de Frize, 58, rue du Louvre, Paris. — Société anonyme des Établissements Paz et Silva, 55, rue Sainte-Anne, Paris.

### GROUPE XV

### Appareils de mesure.

*Exposants hors concours.* — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre, Paris. — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — Comptoir d'Électricité (Matériel électrique Bergmann), 6, rue Boudreau, Paris. — M. P. Boucherot, 127, avenue de Paris, Rueil (Seine-et-Oise). — Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Société française des Câbles électriques, système « Berthoud-Borel et Cie », 11, chemin du Pré-Gaudry, Lyon. — M. Jules Richard, 25, rue Mélingue, Paris. — Association des Propriétaires d'Appareils à vapeur ou de Moteurs électriques du Sud-Est, 82, rue Paradis, Marseille. — M. Gaston Roux (Bureau de Contrôle des Installations électriques), 12, rue Hippolyte-Lebas, Paris. — Société anonyme Rousselle et Tournaire, 52, rue de Dunkerque, Paris. — Bureau de Contrôle de l'Institut électrotechnique de Grenoble. — École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, 10, rue Vauquelin,

Digitized by Google

Paris. — Société internationale des Électriciens, Laboratoire central d'Électricité, 12 et 14, rue de Staël, Paris. — Westinghouse Electric Company Limited (Continental Branch), rue Auber, Paris. — Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, 16 et 18, boulevard de Vaugirard, Paris.

*Grands prix.* — Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs, 9, rue Pétrelle, Paris. — Compagnie de Construction électrique, 55 *bis*, quai d'Issy, Issy-les-Moulineaux (Seine). — European Feston Electrical Instrument C°, Rotterstrasse, 88, Berlin (Allemagne). — C.G.S., Société anonyme pour Instruments électriques, C. Olivetti et C^ie^, via Broggi, 4, Milan (Italie). — Société anonyme des Ateliers de Mécanique de Précision de Territet, à Territet (Suisse). — Société genevoise pour la Construction d'Instruments de Physique et de Mécanique, à Genève (Suisse). — MM. Chauvin et Arnoux, 186-188, rue Championnet, Paris.

*Médailles d'or.* — M. A. Aubert, constructeur à Lausanne (Suisse). — Società Edison per la Fabbricazione di Macchine ed Apparecchi elettrici C. Grimoldi et C^ie^, via Broggi, Milan (Italie). — M. Richard Heller, représentant pour la France de la Maison Hartmann et Braun, 18 et 26, cité Trévise, Paris.

*Médailles d'argent.* — MM. Courvoisier frères, à La Chaux de-Fonds (Suisse). — Electricitäts-Gesellschaft Gebr. Ruhstrat, à Gottingen (Allemagne).

*Médailles de bronze.* — MM. Koch et Stersel, à Dresde, A. Zwickauerstrasse, 42 (Allemagne).

*Mentions honorables.* — Officine Galileo, Società anonima, à Florence (Italie).

## GROUPE XVI

### Matières premières.

*Exposants hors concours.* — Les Fils de A. Croze-Magnan, manufacturiers, 124, boulevard National, Marseille. — MM. Félix Fournier et C^ie^, manufacturiers, 141, chemin de Saint Joseph, Marseille. — MM. A. Poulet et V. Tayard, 108, avenue de la République, Aubervilliers (Seine). — Société Henri Rastit et C^ie^, Standard Français des Oléonaphtes, 58, rue Nicolas, Marseille. — M. Albert de Vriès, 64, rue de la République, Marseille. — MM. A. Domange et fils, manufacture de courroies en cuir, 74, boulevard Voltaire, Paris. — M. Jules Picot, manufacturier, 41, rue de l'Échiquier, Paris. — Société anonyme A. André fils, 8, rue de la Tour-des-Dames, Paris. — Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — « La Canalisation électrique », anciens Établissements G. et H.-B. de la Mathe, 1, rue des Usines, Saint-Maurice (Seine). — Le Carbone, 12 et 55, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). — Compagnie générale d'Électricité, 5, rue Boudreau, Paris. — Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique, Brevets Thury, à Genève; L. Soguel et C^ie^, représentants à Marseille, 6, rue Papère. — Société française d'Électricité A.E.G., 42, rue de Paradis, Paris. — Société d'Électro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris. — Société française du Métal Antifriction « Glacier », 22, rue de Londres, Paris. — Société française du Porphyrolithe, 87, boulevard Magenta, Paris. — Société industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris. — Comptoir d'Électricité, Matériel électrique Bergmann, 6, rue Boudreau, Paris. — MM. E. Baron et Ch. Baron, Société des Oléonaphtes de la Pittsburg Lubricating Oil C°, U.S.A., 25, rue de la République, Marseille. — Fonderies d'Acier du Midi, Procédé G. Robert, boulevard des Vignes (Capelette), Marseille.

*Grands prix.* — MM. Avtsine et C^ie^, 12 *bis*, avenue des Gobelins, Paris. — Cory Brothers and C° Limited, 19, rue de la République, Marseille. — MM. J. Eschmann et C^ie^, 5, rue d'Arcole, Marseille. — Docteur Heinrich Traun et fils, Hambourg (Allemagne). — MM. Krieg et P. Zivy, manufacturiers, 7, rue Barbès, au Grand-Montrouge (Seine). — Porzellanfabrik Hermsdorf S. A., Hermsdorf-Klosterlansnitz (Allemagne). — MM. J. de Pontoux et C^ie^, manufacture de caoutchouc, rue Saint-Régis (Belle-de-Mai), Marseille. — MM. Saint-Cric, Caplen, Bauer et Debray, manufacture de courroies de transmissions, à Ivry-Port (Seine). — Société anonyme des Établissements Adt, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle); MM. Frymann et Sundt, représentants, à Marseille. — Société des Usines de la Ramie française, P.-A. Favier et C^ie^, Entraigues (Vaucluse). — Tréfileries et Laminoirs du Havre, 29, rue de Londres, Paris. — MM. Worms et C^ie^, 28, rue Grignan, Marseille. — Anciens Établissements Parvillée frères et C^ie^, 56, rue de la Victoire, Paris. — M. H. Weidmann, manufacturier, Rapperswill, Lac de Zurich (Suisse). — M. E. Silvan aîné, 50, boulevard de la Paix, Marseille. — M. B. Lowenstein, manufacture de mica, Wesseling, près Cologne (Allemagne).

*Médailles d'or.* — M. E. Barthélemy, 24 et 50, grand chemin d'Aix, Marseille. — M. L. Boudreaux, 8, rue Hautefeuille, Paris. — MM. Charbonneaux et C^ie^, route de Cormontreuil, Reims (Marne). — M. Cordonnier, ingénieur-constructeur, 22, avenue de Rueil, à Nanterre (Seine). — M. Fontaine-Souverain, 9, rue des Roses, Dijon (Côte-d'Or). — Mme veuve H. Mommens, 200, boulevard Voltaire, Paris. — MM. Lautard et Gaubert, quincaillerie et ferronnerie, 1, place des Hommes, Marseille. — M. Fougeret (La Phocéenne), 25, rue de la Palud, Marseille. — Ing. Marietti et C^ie^, via S. Quintino, 10, Turin (Italie). — MM. M. et J. Montargès frères, 101, rue de la République, Marseille. — Verrerie de Folembray, Société de Poilly de Brigode, Folembray (Aisne). — Porzellanfabrik Ph. Rosenthal et C^ie^, à Selb, 1, Bayern (Allemagne). — M. Adolphe Pribil, ingénieur, 55, rue Paradis, Marseille. — M. G. de Rémusat (fabrique de produits isolants), 13, 15, 17, rue Sainte-Marie, à Saint-Mauront, Marseille. — The Steel Barrel Company Limited, à Uxbridge (Grande-Bretagne). — M. Pierre Thiébault, 259, boulevard National, Marseille. — Compagnie française de Charbons pour l'Électricité, avenue Jules-Quentin, Nanterre (Seine). — Compagnie marseillaise de Charbonnage, 18, rue de la République, Marseille. — Société française des Machines-Outils, 3, rue Arsène-Houssaye, Paris. — Società per l'Industria ed il Commeccio dei Lubrificanti, E. Reinach et C^ie^, Milan (Italie). — Société d'Appareillage électrique et industriel (Appareillage Gardy), 13, rue Caumartin, Paris, et Genève (Suisse). — L'Aluminothermie, 67, rue de Provence, Paris. — M. Jean Jacquemard fils, La Ricamarie par Saint-Étienne (Loire). — MM. B. Paege et C^ie^, Kaiserin Augusta Allée, 14, Berlin N. W. (Allemagne). — MM. E. A. Cadiot et C^ie^, 12, rue Saint-Georges, Paris. — M. Alexis Breysse, manufacture de couleurs et vernis, 29, boulevard Rabatau, Marseille.

*Médailles d'argent.* — MM. Albanèse et Reiss, ingénieurs, 85, rue Saint-Lazare, Paris. — Atolia Mining Company, 1020, Crocker Building, San-Francisco (U.S.A.). — MM. Ayot et fils, manufacturiers, 2, rue Montaux, Marseille. — MM. Bonifacy et Roux, La Lubrifiante franco-américaine C^ie^, 24, rue de la Liberté, Marseille. — M. E. Deville, constructeur-mécanicien, Grand'Croix (Loire). — M. Gaston Meffre, Fournitures industrielles, 29, rue de la République, Marseille. — M. J.-B. Pellen, quincaillier, 1, place d'Aix, Marseille. — M. Camille Pertus, successeur de Victor Pansu, 62, rue de la République, Marseille. — M. Marius Pointud, 117-119, grand chemin de Toulon, Marseille. — Société anonyme du Calorifuge « Phénix », Murat (Cantal). — Société des Marbres et Mines des Pyrénées, dite « Espé », 41-47, rue des Martyrs, Paris.

*Médailles de bronze.* — M. Max Altman, 52, cours Lieutaud, Marseille. — M. L. Bégenne-Lamothe, ingénieur, 80, rue Mozart, Paris. — M. J.-E. Orsoni, 5, place du Marché-Saint-Lazare, Marseille. — Émaillerie marseillaise, 143, rue Sainte, Marseille. — M. Henri Mouren, 8, rue Sainte, Marseille.

Digitized by Google

## GROUPE XVII

## Enseignement.

### CLASSE 83. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

*Exposants hors concours.* — École d'Ingénieurs de Marseille, 72, rue Reynard, Marseille. — École royale Polytechnique de Turin (Italie). — Institut d'Électrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Nancy. — Institut électro-technique et Laboratoire de Physique industrielle de l'Université de Lille, 1, rue des Fleurs, Lille. — Institut électro-technique de l'Université de Grenoble. — École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, 10, rue Vauquelin, Paris. — Société internationale des Électriciens (École supérieure d'Électricité), 12 et 14, rue de Staël, Paris. — École Centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier, Paris.

*Hors concours à titre exceptionnel.* — Institut électro-technique de l'École polytechnique de Dresde (Allemagne). — Institut électro-technique de l'École supérieure grand-ducale de Karlsruhe (Allemagne).

*Médailles d'or.* — Institut d'Électricité industrielle de l'Université de Besançon. — École Centrale de Lyon, 16, rue Chevreul, Lyon. — Institut électro-technique de l'Université de Toulouse.

*Médailles d'argent.* — Laboratoire de Physique de l'Université de Caen. — Cours d'Électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Lyon. — Laboratoire de Physique expérimentale de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

### CLASSE 84. — ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

*Exposants hors concours.* — École nationale d'Arts et Métiers d'Aix. — École d'Électricité industrielle de Marseille, 144, boulevard de la Madeleine, Marseille.

*Grands prix.* — École municipale d'Arts et Métiers de Gênes. — Chambre de Commerce de Marseille. — Cours libres de mécaniciens, rue Beaujour, à Marseille.

*Médailles d'or.* — Ecole pratique d'Industrie de Marseille, boulevard de la Corderie, Marseille. — École Vaucanson, à Grenoble.

*Médailles d'argent.* — Union des Chambres syndicales ouvrières des Bouches-du-Rhône. — Bourse du Travail de Marseille (cours professionnels), 25, rue Montaux, Marseille. — Laboratoire d'Électrotechnique du Technicum de Fribourg. — Société des Laboratoires Bourbouse, Paris. — Union amicale des Anciens Élèves des Cours professionnels d'Électricité et des Électriciens des Bouches-du-Rhône, 7, rue Bonnardel, Marseille.

*Médailles de bronze.* — Grand Lycée de Garçons de Marseille. — École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie, 3, rue Thénard, Paris. — École Breguet, 81, 83, 85, rue Falguière, Paris.

*Mentions honorables.* — Écoles primaires supérieures de Lyon. — Ateliers de Travaux manuels, 44, rue Condé, Lyon.

### CLASSE 85 : BIBLIOTHÈQUE SPÉCIALE A L'ÉLECTRICITÉ

*Grands prix.* — MM. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 40, rue des Grands-Augustins, Paris. — M. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire, 55, quai des Grands-Augustins, Paris. — MM. Fried. Vieweg et Sohn, éditeurs, à Braunschweig (Allemagne).

*Médaille d'or.* — MM. Alex Gratier et Jules Rey, éditeurs, 23, Grande-Rue, Grenoble.

*Médailles d'argent.* — MM. Berger-Levrault et C^ie^, éditeurs, 5, rue des Beaux-Arts, Paris. — M. H. Desforges, libraire, 29, quai des Grands-Augustins, Paris.

*Médailles de bronze.* — M. H. Lavauzelle, éditeur militaire 11, place Saint-André-des-Arts, Paris. — M. W. B. Clive, éditeur, 157, Drury Lane, London W. C. (Angleterre).

*Mention honorable.* — M. Maloine, libraire-éditeur, 25-27, rue de l'École-de-Médecine, Paris.

En ce qui concerne les auteurs et les périodiques, le Jury — tout en reconnaissant le haut intérêt d'un certain nombre d'ouvrages et de journaux exposés — se reporte à certains précédents de l'Exposition Universelle de 1900, et estime qu'il n'y a pas lieu de discerner des récompenses à cette catégorie d'exposants.

### CLASSE 86 : JOUETS ÉLECTRIQUES

*Exposants hors concours.* — Oerlikon, Compagnie Watt, 74, rue Paradis, Marseille.

*Médaille d'or.* — M. Lucien Brianne, 10, rue Alibert, Paris.

*Médaille d'argent.* — M. Douville, 13, rue Nau, Marseille.

## GROUPE XVIII

## Divers.

*Exposants hors concours.* — Ateliers Abel Pifre, 174-176, rue de Courcelles, Paris. — M. Georges Angst, ingénieur, 175, rue Paradis, Marseille. — M. Jules Richard, 25, rue Mélingue, Paris. — M. Edmond Barthelet (cartonnerie et imprimerie Saint-Charles), 9, rue Guérin, Marseille. — Société norvégienne de l'Azote, 5, rue d'Antin, Paris. — Département des Bouches-du-Rhône. — Société française du Porphyrolithe, 88, boulevard Magenta, Paris. — Chambre de commerce de Marseille. — Association degli Industriali d'Italia per prevenir gli infortuni sul lavoro, Milan (Italie). — Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail, 5, rue de Lutèce, Paris. — Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériels d'usines à gaz, 16 et 18, boulevard de Vaugirard, Paris.

*Grands Prix.* — MM. Davério, Henrici et C^ie^, 93, boulevard de Paris, Marseille. — M. C.-G.-W. Kapler, à Berlin (Allemagne). — MM. Bulher frères, 42, rue du Louvre, Paris. — MM. G. et A. Casson frères et C^ie^, constructeurs à Châteauroux (Indre). — MM. Blanc frères, 55 bis, rue Paradis, Marseille. — Compagnie générale des Céramiques de Marseille, 99, boulevard Baille, Marseille. — M. A. Félix (de Rabatel-Bosc), 40 et 42, avenue du Prado, Marseille. — M. H. Boulanger et C^ie^, 37, boulevard du Muy, Marseille. — Société anonyme des Établissements métallurgiques A. Durenne, 26, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris. — Le Fibro-Ciment, à Poissy (Seine-et-Oise). — Société anonyme des Anciens Établissements Albaret, Rantigny (Oise). — Établissement Simon frères, à Cherbourg (Manche). — Société des Produits chimiques de Marseille-l'Estaque, 12, rue Breteuil, Marseille. — Maison Th. Pilter (Société anonyme), 24, rue Alibert, Paris. — Compagnie générale des Conduites d'Eau, 12, rue Calmels, Paris. — Société anonyme des Hauts-Fourneaux, Fonderie et Aciéries du Val d'Osne, 58, boulevard Voltaire, Paris. — M. J. Clarner, constructeur, à Cossau (Suisse). — Doloire, représentant, 8, rue Colbert, Marseille. — M. Oudin, 18, rue de la Darse.

*Médailles d'or.* — M. Adolphe Spanjard, 7, place Saint-Ferréol, Marseille. — M. Scaramelli fils, traverse du Séminaire, Marseille. — Rôtisserie marseillaise de Café, 175, avenue du Prado, Marseille. — MM. Rocca, Tassy et de Roux, 22, rue Montgrand, Marseille. — MM. Allar et Glamens, 16, rue du Chapitre, Marseille. — M. Nicolas-Alexandre Gautier, entrepreneur de menuiserie, 3, rue Saint-Dominique, Marseille. — M. Haensler, S. A., à Belfort. — M. Léon Honnorat, 50, rue du Baignoir, Marseille. — M. E. Meyer, fils, 38, rue Paradis, Marseille. — M. J. Vigier, représentant Brunet Manquat, 108.

Digitized by Google

boulevard Longchamp, Marseille. — M. Albert Michaux, constructeur, avenue de Courbevoie, Asnières (Seine). — M. Désiderio Pavoni, 24, Corso Vittore-Emmanuele, Milan (Italie). — Société anonyme des Anciens Établissements Millot, à Gray (Haute-Saône); A. Le Quiniou, représentant, 110, rue de l'Évêché, Marseille. — M. W. Baumann, constructeur, 12, rue du Delta, Paris. — M. Armandon père, 2, chutes Lavie, Marseille. — J.-B. Bottin, 96, grand chemin d'Aix, Marseille. — MM. Victor Priou, distillateur, 17, cours Gouffé, Marseille. — MM. Michel et Buyssens, à Arles-sur-Rhône (Bouches-du-Rhône). — Société anonyme du Calorifuge « Phénix », à Murat (Cantal). — Société méridionale de Produits émaillés, 120, cours Lieutaud, Marseille. — M. Aubert, constructeur, à Lausanne (Suisse). — M. Bourdon-Coindoz, 151, rue Garibaldi, Lyon. — M. P. Cointe, 1, rue Papère, Marseille. — M. Robert G. Calvet, parc Calvet, à Saint-Raphaël (Var). — MM. Robert et Cie, 2, rue de la Darse, Marseille. — M. A. Tongiorgi, 1, rue Malaval, Marseille. — MM. Ausière frères, parfumeurs, rue de l'Arbre, Marseille. — MM. de Pontoux et Cie (manufacture de Caoutchouc, rue Saint-Régis (Belle-de-Mai), Marseille. — MM. Rouch frères, rue de l'Orient, Toulouse (Haute-Garonne). — MM. J. Eschmann et Cie, 3, rue d'Arcole, Marseille. — Fédération des Syndicats d'Initiative de la Côte d'Azur, 1, avenue de la Gare, Nice. — MM. Decome frères et J. Figueras, 8, rue Colbert, Marseille. — M. E. Pants, constructeur, 36, rue Sibuet, Paris; A. Magnier, ingénieur E. C. P., représentant, 17, rue Pierre Dupré, Marseille.

*Médailles d'argent.* — MM. M. et L. Montargès frères, 101, rue de la République, Marseille. — MM. N. Patrizio frères, 116, cours Lieutaud, Marseille. — M. Auguste Garcin fils aîné, boulevard Morin (Cabucelle), Marseille. — M. Paul Brunon, 24, rue Lulli, Marseille. — M. Louis Bouillon, à Arles-sur-Rhône (Bouches-du-Rhône). — M. E. Gibert, constructeur, boulevard de Charonne, Paris. — Société des Marbres et Mines des Pyrénées dite « Espé », 41-47, rue des Martyrs, Paris. — M. P. Hervieu, ingénieur-constructeur E. C. P., 11, rue du Sergent-Bauchat, Paris. — Société Milwaukee Dustless Bruch et Cie; Paul Geoffroy, agent général pour la France et l'Algérie, à Saint-Barthélemy, Marseille. — M. A. Lafaure, 45, place Notre-Dame, Montpellier (Hérault). — M. Ernest Reboulin, 79, rue Liandier, Marseille. — M. Adam's Marius, 23, rue Sénac, Marseille. — M. Baly, 57, rue Saint-Ferréol, Marseille. — MM. Bass, Rodolphi et Cie, rue Plumier prolongée, Marseille. M. Alphonse Belfre, à Roquefort-sur-Soulzon (Aveyron). — M. Bind's Ghelder, 3, cité Magenta, Paris. — Mme Brun, 39 bis, rue de Rome, Marseille. — M. Jacob Job, parfumeur, Schwamendigen, Zurich (Suisse). — M. Léon Lacroix, 21, rue Mazagran, Marseille. — M. Gustave Heyde junior, à Prague (Autriche). — M. André Marion, 23, rue Pavillon, Marseille. — MM. J. Polsky et B. Benyoumoff, 4, place d'Aix, Marseille. — MM. M. Ayot et fils, manufacturiers, 2, rue Montaux, Marseille. — M. C. Corneille, à Vic-Fezensac (Gers). — M. Horace Granier, droguiste, 201, rue Paradis, Marseille. — M. H. Molina, 63, rue de Bel-Orme, Bordeaux. — MM. Barbaroux, frères, 140, boulebard Baille, Marseille. — MM. P. Lebrou et Cie, à Lapanouse-de-Cernon (Aveyron). — MM. Samuel Beau et Cie, à Segonzac (Charente). — M. Serraillier, agent des Automobiles F. I. A. T. pour le Midi, 83 *a*, avenue du Prado, Marseille. — Mme veuve H. Mommens, 200, boulevard Voltaire, Paris. — M. F. Gémy, 22, boulevard National, Marseille.

*Médailles de bronze.* — M. G. Lippmann, 102, chemin des Chartreux, Marseille. — M. Marcel Dremond, à Langeais (Indre-et-Loire). — M. Albert Samuel, 6, boulevard Testanière, Marseille. — M. Castelli, rue Moustier, Marseille. — M. Rolland, droguiste, 143, rue de Rome, Marseille. — M. Max Altman, 32, cours Lieutaud, Marseille. — M. Félicien Arnoux, 40, cours Belsunce, Marseille. — M. Charles Cornu, allées de Meilhan, Marseille. — M. Étienne Corriol, 6, place Sadi-Carnot, Marseille. — M. Starace (vermouth « Starace »), 61, rue de la République, Marseille.

*Mentions honorables.* — Mme Eugénie Bério, 11, boulevard des Arènes, Marseille. — Mme Lafaure, 45, place Notre-Dame, Montpellier (Hérault). — Mlle Mercédès Salvat, rue Albrand, Marseille. — M. T. Susukie, 26, rue Lafaurie-de-Monbadon, Bordeaux. — M. Charles Teynier, 14, avenue de France, Tunis, Afrique. — M. Angelo Silvestri, 1, cours Belsunce, Marseille. — M. Baptistin Maggiolo, 65, rue de Rome, Marseille. — M. Falconetti, rue de la Grande-Armée, Marseille. — M. Dronis Jakowlowitsch Aworachow,, à Saint-Pétersbourg (Russie). — M. Charles Fansaerts, 6, rue de la Ciotat, Marseille. — M. Georges Oudin, Marseille.

## BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. — E. S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

388 161. — **Jahoda et la Société dite : Electrische Gluhlampenfabrik Watt Scharf Loti et Latzko.** — *Procédé pour la production de filaments en alliages de métaux pour lampes électriques à incandescence* (13 mars 1908).

9002/386 322. — **Simon.** — *Réveil-matin électrique* (29 février 1908).

388 249. — **Société d'exploitation des brevets Dolter.** — *Dispositif de mise à la terre des plots de contact pour traction électrique* (17 mars 1908).

388 685. — **Fabre.** — *Enveloppe mobile pour récepteur de téléphone* (10 mars 1908).

388 779. — **Stepanoff.** — *Manipulateur télégraphique* (2 avril 1908).

9099/388 685. — **Fabre.** — *Enveloppe mobile pour récepteur de téléphone* (16 mars 1908).

9109/342 355. — **Tardieu.** — *Microphone et récepteur téléphonique* (24 mars 1908).

388 650. — **Fave.** — *Dispositif pour le démarrage en charge et le réglage de la vitesse des moteurs monophasés* (26 mars 1908).

388 733. — **Lemperiere.** — *Magnéto ronde à circuit magnétique entièrement feuilleté* (31 mars 1908).

388 751. — **Firme Robert Bosch.** — *Magnéto d'allumage* (1er avril 1908).

388 596. — **Heyland.** — *Système de réglage pour des installations à courants alternatifs* (27 février 1908).

388 676. — **De Komanjko.** — *Appareil indicateur électrique de variation d'un mouvement alternatif* (30 mars 1908).

388 738. — **Société alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Relais automatique à action différée pour courant alternatif* (1er avril 1908).

388 772. — **Société Siemens et Halske.** — *Système de groupement pour le contrôle du régime de circuits actifs alimentés par des appareils électrolytiques à soupape* (2 avril 1908).

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

65 175. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 407. 10 Décembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par É. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — Arrêté relatif aux soins à donner aux victimes des accidents électriques. — La protection des circuits contre la foudre. — L'organisation des grues électriques. — Les télégraphes en Corée. — La distribution à 2 0 volts et les nouvelles lampes à incandescence. — Une gigantesque batterie d'accumulateurs. — Un nouveau câble sous-marin. — De l'influence du travail du fer sur ses propriétés magnétiques. — Durées d'emploi des moteurs électriques dans la petite industrie. — Utilisation des chutes d'eau en Autriche. — Distributions à très hautes tensions. — Importations d'appareils électriques en Égypte. . . . 575

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ. — *Départements* : Olivet. Salon. — *Etranger* : Séville. . . . . 576

COMMANDE ÉLECTRIQUE DES TRAINS DE LAMINOIRS REVERSIBLES. **E. J. Brunswick**. . . . . 577

LES ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES. **L. Conge**. . . . . 578

FOUR ÉLECTRIQUE A RÉSISTANCE POUR LA FABRICATION DE L'ACIER. **Henry**. . . . . 583

PROJET DE PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX PARATONNERRES. **F. L.** . . 585

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL SYSTÈME FESSENDEN. **Henry**. . 589

INDICATEUR DE TERRE POUR RÉSEAUX TRIPHASÉS A HAUTE TENSION. . 591

NOUVEAU FRÉQUENCEMÈTRE. **A. Soulier**. . . . . 595

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 19 octobre 1908*. — Les ondes dirigées en télégraphie sans fil, par **A. Blondel**. — Industrie de la soude électrolytique. Théorie du procédé à cloche, par **A. Brochet**. . . . . 593

*Séance du 26 octobre 1908*. . . . . 595

*Séance du 3 novembre 1908*. . . . . 595

*Séance du 9 novembre 1908*. — Sur la polarisation de l'homme vivant soumis à l'action du courant continu, par **M. Chanoz**. . . . . 595

RECTIFICATIONS A LA STATISTIQUE DES STATIONS CENTRALES. . . . . 596

BREVETS D'INVENTION. . . . . 596

***MM. les Abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.***

## INFORMATIONS

**Arrêté relatif aux soins à donner aux victimes des accidents électriques.** — Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu le décret du 11 juillet 1907 sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, et notamment l'article 13 dudit décret;

Vu l'avis du ministre du travail et de la prévoyance sociale;

Vu l'avis du sous-secrétaire d'État des postes et des télégraphes;

Sur la proposition du conseiller d'État directeur des routes, de la navigation et des mines,

Arrête :

*Art.* 1er. — Il est institué auprès du ministère des travaux publics une commission interministérielle temporaire chargée d'élaborer le texte d'une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques.

*Art.* 2. — Cette commission est ainsi composée :

MM. Weiss (Georges), membre de l'académie de médecine, président.

Le docteur Langlois (J.-L.), agrégé à la faculté de médecine de Paris.

Leclerc de Pulligny, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire de la commission d'hygiène industrielle.

Zacon, inspecteur départemental du travail de la circonscription de Paris.

Monnerqué, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire du comité permanent d'électricité.

Weiss (Paul), ingénieur en chef des mines, membre du comité permanent d'électricité.

Maureau, ingénieur en chef des postes et des télégraphes, membre du comité permanent d'électricité.

Devaux-Charbonnel, ingénieur des postes et des télégraphes, membre du comité permanent d'électricité.

Brylinski, directeur du Triphasé, membre du comité permanent d'électricité.

Cordier, directeur de la société Énergie électrique du Littoral méditerranéen, membre du comité permanent d'électricité.

Harlé, de la maison Sautter, Harlé et Cie, membre du comité permanent d'électricité.



Digitized by Google

Hillairet, ingénieur-constructeur, membre du comité permanent d'électricité.

Paris, le 25 novembre 1908.

Louis Barthou.

**La protection des circuits contre la foudre.** — *Electrical World* du 7 novembre dernier donne d'intéressants renseignements sur l'efficacité des parafoudres électrolytiques; nous nous empressons de les signaler à nos lecteurs.

Le réseau de l'*Animas Power and Water C°* dans le Colorado, sur lequel ont porté les observations, comprend deux lignes principales de 40 km de longueur environ fonctionnant à 45500 volts et 60 km de dérivation à 17000 volts alimentant des mines Les deux lignes principales suivent des parcours très différents, depuis la centrale jusqu'à la sous-station de Silverton; l'une d'elles longe le fond d'une vallée et se trouve peu troublée par les effets de la foudre mais l'autre passe sur des montagnes et se trouve particulièrement exposée. Il en est de même pour les lignes à 17000 volts alimentant les mines qui se trouvent à d'assez hautes altitudes. Pendant 1905 et 1906 il y eut de nombreux arrêts; 98 pour 100 purent être attribués aux effets de la foudre. En 1907 on observa 55 orages; 8 provoquèrent des arrêts complets, 17 des arrêts partiels et 9 ne gênèrent en rien le fonctionnement de l'usine. Pendant l'été de cette même année M. le professeur Creighton et M. Peck de la *General Electric C°* se rendirent sur les lieux pour étudier le fonctionnement du réseau. Ils firent installer un certain nombre de parafoudres à aluminium (Rappelons qu'ils consistent en une série d'assiettes plates en aluminium contenant un liquide tel que le phosphate de soude et qui fonctionnent comme de vraies soupapes de sûreté: laissant passer le courant sitôt que sa tension dépasse une valeur donnée, 200 à 500 volts environ entre deux assiettes consécutives). Ils firent placer également des parafoudres électrolytiques formés d'un vase isolant contenant un liquide conducteur près de la surface duquel aboutissent deux conducteurs reliés l'un à la ligne l'autre à la terre (Quand une décharge atmosphérique atteint la ligne, le liquide est chassé autour des électrodes par l'arc, lequel se rompt aussitôt), 9 éléments de ce genre furent montés entre chaque phase et la terre du réseau à 17000 volts.

La saison orageuse de 1908 vint mettre à l'épreuve ces nouveaux parafoudres et le résultat fut remarquable. En juillet 1908 on signala 24 orages et en août 20 avec seulement une seule interruption de service.

Il semble donc que la question de la protection des lignes contre les surtensions ait fait de grands progrès depuis la découverte des parafoudres électrolytiques; en tous cas les exploitants américains s'en montrent très partisans. Ils ont l'avantage d'être très simples et de pouvoir être confectionnés sur place avec un matériel restreint. A. S.

**L'organisation des grues électriques.** — Les grues électriques se répandent aujourd'hui de plus en plus, étant donnée la facilité que l'on a de trouver presque partout des distributions d'énergie électrique: elles sont en majeure partie équipées avec trois moteurs: un moteur pour manœuvrer les bras de la grue et l'amener d'un wagon au-dessus de l'autre; un moteur pour transporter tout l'ensemble de la grue et un moteur servant pour soulever les fardeaux. Quelques grues ont en plus un moteur élévateur auxiliaire qui est employé pour élever plus rapidement des poids relativement légers. Les « combinateurs » de ces différents moteurs sont réunis dans une guérite placée sur la grue elle-même ou manœuvrés à distance. Les moteurs sont, ou bien à courant continu, ou bien du type polyphasé à induction.

*Examen d'une nouvelle grue.* — Bien qu'en principe, les appareils soient généralement essayés soigneusement avant leur livraison, il importe que quelques détails soient vérifiés à nouveau Le diamètre des roues de commande, de chaque côté de la grue, devra être soigneusement mesuré, car une différence même faible dans les diamètres, peut causer des tensions trop grandes sur les engrenages. On devra s'assurer que les engrenages présentent tous des dents régulières.

*Équipement électrique.* — Les fils de trolleys sont protégés par un fusible placé à leur connection avec le feeder de façon à ce qu'un court-circuit sur un appareil ne vienne pas interrompre le travail des autres. Dans les installations ayant deux grues ou plus, un générateur ou un transformateur ayant une puissance de 0,5 kw par tonne de puissance de la grue sera suffisant. Dans le cas de charges très lourdes à soulever d'une façon régulière, 1 kilowatt par tonne sera préférable. Étant données les chances nombreuses de court-circuits ou de mise à la terre, il sera bon d'avoir sur le tableau de distribution de chaque grue des lampes témoins, permettant de savoir en quel endroit le court-circuit ou la mise à la terre se sont produits.

*Freins.* — Un dispositif permettant de soulever les charges quand le moteur ne fonctionne pas, ou d'empêcher l'emballement pendant la descente, est nécessaire sur les grues. On emploie fort souvent le frein automatique. Ce frein est monté sur l'arbre qui commande l'engrenage du tambour; cet arbre est coupé en deux et les deux moitiés pénètrent à l'intérieur du tambour du frein et sont munies d'un accouplement. Les deux moitiés de cet accouplement ne sont pas liées entre elles d'une façon rigide, mais sont séparées environ de 20 centimètres et couplées par un ressort en bronze dont l'extérieur est tourné pour pénétrer dans l'intérieur du tambour du frein et dont l'intérieur est alésé pour recevoir un manchon. L'action de ce frein est la suivante: quand le moteur élève la charge, le couple de tension exercé sur le ressort de bronze tend à le dérouler et le fait frotter sur le tambour qui est libre et tourne avec l'arbre. Quand le moteur est arrêté, la charge maintient le ressort contre le tambour et elle est supportée par le rochet de l'encliquetage du tambour. Pendant la descente, le moteur tend à enrouler le ressort, par conséquent le contractant et le faisant tourner libre dans le tambour qui est entraîné par le poids de la charge descendante. Ces quelques renseignements donnés par le *Mois scientifique et industriel* résument assez bien la question sur laquelle nous nous proposons du reste de revenir ultérieurement.

**Les télégraphes en Corée.** — (*Electrical World.*) — Le réseau télégraphique de la Corée a un développement d'environ 11000 km; il y a 75 bureaux, dont 25 sont réunis à un bureau de poste ainsi qu'un grand nombre de petites stations. Le nombre des télégrammes augmente actuellement de façon notable. F. L.

**Les distributions à 220 volts et les nouvelles lampes à incandescence** (*Elektrotechnische Zeitschrift*). — M. C. Heim établit d'abord: d'après la statistique des stations centrales allemandes, que depuis 1900 environ, dans les nouvelles distributions, on emploie beaucoup plus souvent la tension de 220 v (ou $2 \times 220$) que celle de 110 v (ou $2 \times 110$) et cela principalement à cause de la distribution aux environs des villes où la demande d'énergie motrice est plus grande.

Avec l'emploi des nouvelles lampes à incandescence à filaments métalliques, les conditions se sont modifiées. Dans beaucoup d'installations la centrale pourrait fournir de la lumière à prix beaucoup plus réduit et, comme Dettmar l'a démontré par la statistique, l'abaissement du prix de la lumière fait augmenter la durée d'utilisation des lampes et baisser le prix de revient de l'énergie motrice.

On compte beaucoup avoir de nouveaux clients, particulièrement dans les habitations bourgeoises; ceux-ci manquaient complètement jusqu'ici, vu le prix de revient élevé de la lumière électrique. Ces clients, de longue durée d'utilisation,

Digitized by Google

affectant peu la charge maximum de la centrale sont à rechercher ; on doit les attirer par des tarifs et des frais de première installation modérés.

Pour attirer ces clients, il faut qu'ils puissent utiliser les nouvelles lampes et pour cela il faut que la tension de distribution soit peu élevée.

Là où la centrale distribue à 220 v, on ne peut espérer une grande augmentation. La lampe à filament métallique de 25 ou 20 bougies à 220 v, ne viendra pas de sitôt (celle de 32 bougies est à l'étude).

Les lampes Wolfram pour 220 v consomment un quart d'énergie en plus que celles à 110 v, ont une durée de vie moins longue et coûtent plus cher.

Il y a donc tout intérêt, tant à son point de vue qu'à celui de ses clients, qu'une station centrale fournisse du courant à 110 v au maximum.

Malheureusement la lampe à filament métallique arrive trop tard pour un grand nombre de villes et de villages; si en 1900 elle avait été connue comme aujourd'hui, un grand nombre de centrales n'auraient pas utilisé des tensions de 220 ou $2 \times 220$ v.

Les stations à courant alternatif dont le réseau de distribution est à 220 v, peuvent s'en tirer en installant des diviseurs de tension. Il semble de l'intérêt de ces stations de le faire à leurs frais chez tout client qui le demande et dont naturellement le nombre de lampes est suffisant.

Dans les distributions à 220 v continu, particulièrement celles avec réseau aérien, on peut ajouter un troisième fil, et au besoin un groupe compensateur pour avoir la tension de 110 v.

On construira de plus en plus des stations à courant alternatif, ou au moyen de diviseurs on pourra avoir la tension désirée; par exemple à Agram (Autriche), on utilise des lampes de 20 bougies à 55 v.

Il sera donc intéressant de voir quelle influence aura l'emploi des lampes à filament métallique sur la construction des stations centrales, et les statistiques de 1910 et 1911 pourront déjà nous renseigner à ce sujet. F. L.

**Une gigantesque batterie d'accumulateurs** (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, du 17 octobre). — L'*Electric Storage Battery C°* de Philadelphie vient de fournir aux ateliers de laminage de rails de la *Carnegie Steel C°* une batterie d'accumulateurs de 125 éléments pouvant débiter constamment 10 000 A, et pour de courtes durées 15 000 A.

L'installation de cette batterie a été nécessitée par les grandes variations de charge des laminoirs, actionnés par deux moteurs de 750 kw à 250 v; le courant absorbé par ces moteurs varie en quelques secondes de 15 000 A entre la marche à vide et la marche à pleine charge. Cette énorme variation de charge exigeait l'emploi de deux génératrices.

Depuis que la batterie est installée on a pu arrêter une génératrice de 1000 kw qui sert de réserve. La machine qui reste en service marche à une charge presque uniforme, la batterie servant de tampon. F. L.

**Un nouveau câble sous-marin.** — La mise en service du câble sous-marin reliant Varna (Bulgarie) à Sébastopol a eu lieu fin août. Ce câble d'une longueur de 600 km appartient à la Russie; il est revenu à environ 2 millions de francs. Cette ligne, si l'on en excepte quelques câbles côtiers, est la première communication sous-marine de la Bulgarie. F. L.

**De l'influence du travail du fer sur ses propriétés magnétiques** (*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 17 septembre). — MM. E. Gumlich et E. Vollhard ont étudié l'influence de la direction du laminage et de la préparation sur les propriétés magnétiques des tôles de dynamos et concluent :

1° La tôle pour dynamo est magnétiquement plus dure, dans le sens perpendiculaire à la direction du laminage, que dans le sens du laminage. L'influence de la direction du laminage se fait sentir jusqu'à des inductions très élevées.

2° Le travail au tour de pièces massives ne semble pas beaucoup altérer leurs propriétés magnétiques. Par contre le découpage ou l'estampage des tôles amène un fort durcissement magnétique, mais qui ne persiste pas pour de hautes inductions.

3° Les conditions magnétiques de la tôle de dynamo non étamée portée au rouge, peuvent ensuite être modifiées considérablement rien qu'en les laissant empilées. F. L.

**Durées d'emploi des moteurs électriques dans la petite industrie** (*Electrotechnische Zeitschrift*, du 22 octobre). — M. A. W. Schultz a dressé les deux tableaux suivants relatifs à la puissance, à la durée annuelle de service et à la consommation d'énergie des petits moteurs industriels; le premier tableau se rapportant à la ville de Cologne, le second à des petites localités aux environs de cette ville, desservies par la station centrale de Berggeist. Les chiffres indiqués dans les tableaux sont des moyennes de deux années d'exploitation.

| INDUSTRIES. | PUISSANCE DU MOTEUR EN KW. | DURÉE ANNUELLE D'UTILISATION EN HEURES. | CONSOMMATION ANNUELLE EN KW-H PAR KW INSTALLÉ. |
|---|---|---|---|
| Boucheries | 3 | 75 | 224 |
| | 4 | 90 | 348 |
| | 5 | 137 | 664 |
| | 8 | 162 | 1218 |
| Boulangeries | 2 | 192 | 382 |
| | 3 | 153 | 527 |
| | 4 | 159 | 525 |
| Imprimeries | 0,5 | 639 | 128 |
| | 1 | 661 | 661 |
| | 2 | 220 | 456 |
| | 4 | 336 | 1251 |
| Brûleries de café | 3 | 254 | 761 |
| | 5 | 334 | 1717 |
| Confection (machines à coudre et à découper. | 0,5 | 545 | 292 |
| | 1 | 598 | 693 |
| Orchestrions (dans les cafés) | 0,5 | 1759 | 600 |
| Serrureries | 1 | 275 | 275 |
| | 2 | 235 | 469 |
| | 3 | 250 | 754 |
| Menuiseries | 3 | 792 | 2377 |
| | 4 | 1067 | 4163 |
| | 8 | 967 | 7452 |
| Charronnage (construction de balances) | 3 | 120 | 388 |

| INDUSTRIES. | PUISSANCE DU MOTEUR EN KW. | DURÉE ANNUELLE D'UTILISATION EN HEURES. | CONSOMMATION ANNUELLE EN KW-H PAR KW INSTALLÉ |
|---|---|---|---|
| Boucheries | 1 à 7,5 | 60 | 16 |
| Boulangeries | 1 à 5 | 127 | 52 |
| Menuiseries et charronnage | 1 à 15 | 108 | 28 |
| Serrureries et forges | 1 à 5 | 305 | 64 |
| Blanchisseries | 2 à 4 | 337 | 82,5 |

F. L.

**Utilisation des chutes d'eau en Autriche.** — Le ministère autrichien des travaux publics vient de faire paraître un mémoire sur l'utilisation des chutes d'eau; dans ce mémoire il propose des moyens pour arriver dans le plus bref délai à l'utilisation des chutes.

Sur les points les plus avantageux des rivières des Alpes, on installerait de grandes usines électriques, qui pourraient assurer le service de la traction des chemins de fer existants

Digitized by Google

et à créer, et en outre fourniraient de l'énergie électrique pour les besoins de l'agriculture et de l'industrie.

Le plus désirable serait dans ce pays que l'État lui-même construisît ces centrales. Mais dans le cas où cela ne serait pas possible par suite de difficultés budgétaires ou autres, celles-ci pourraient être construites par des tiers. Dans ce cas, d'après le projet, l'État garantirait un intérêt de 5 pour 100 du capital employé avec son consentement; par contre, il aurait le droit de rachat anticipé et payerait le courant nécessaire à la traction à des prix fixés d'avance. Les auteurs du projet pensent qu'en procédant ainsi, avec la garantie de l'État, on arriverait à une rapide utilisation des chutes d'eau de l'empire. F. L.

**Distributions à très hautes tensions.** — La Compagnie Grand-Rapids-Muskegon vient de mettre en service, ainsi que l'annonçait le *Western Electrician* du 1er septembre, vers le milieu de juillet, une ligne de distribution à 110000 v; c'est certainement la plus élevée employée jusqu'ici. Cette ligne, de 80 km de longueur, relie l'usine hydraulique de Croton Dam sur le fleuve Muskegon (État de Michigan) à Grand-Rapids Les câbles en cuivre ont une âme en chanvre et sont supportés par des isolateurs en porcelaine de 250 mm de diamètre en cinq parties. Chacune des parties d'un isolateur a été essayée à 100000 v. Les poteaux métalliques sont de section triangulaire, avec socles en béton. Il paraît que la nuit la ligne offre un aspect particulier à cause des phénomènes lumineux.

En Europe, quoique l'on n'ait pas encore utilisé des tensions aussi élevées, on tend cependant à en adopter de plus en plus grandes; il existe déjà quelques installations à 50000 v, et la Société Siemens Schuckert, ainsi qu'elle l'annonce dans un de ses bulletins, est en train d'installer en Espagne une distribution à 66000 v; l'usine, qui appartient à la Sociedad hidroelectrica Española, est située à Molinar et a une puissance de 22500 poncelets. L'énergie sera transportée à Valence, à 50 km de la station centrale, à Alcoy, située à la même distance, à Carthagène à 160 km, et a Madrid à 240 km, de sorte que ces canalisations traverseront à peu près la moitié de la péninsule.

Le cuivre de la ligne de Madrid, qui comportera 2 canalisations à 3 fils de 50 mm² de section, pèse à lui seul 640 tonnes.

Lorsque la station sera terminée, elle contiendra 5 génératrices de 5625 kv-a à 6600 v, à la vitesse angulaire de 428 t:m; provisoirement, on installera trois de ces groupes.

La tension sera portée à 66000 v au moyen de 5 transformateurs (3 en premier lieu); ces transformateurs sont à bain d'huile. L'huile est envoyée par une pompe électrique dans un serpentin refroidi par de l'eau courante. F. L.

**Importation d'appareils électriques en Égypte.** — La valeur des machines électriques importées en Égypte en 1907 a atteint 2829000 fr, la plupart proviennent d'Angleterre et 7 pour 100 d'Allemagne. La valeur des appareils télégraphiques et téléphoniques a presque été de 5 millions dont 13,6 pour 100 provenant de l'Allemagne. F. L.

## CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

### DÉPARTEMENTS

**Olivet (Loiret).** — *Station centrale.* — Il paraît qu'un projet très important a été déposé à la mairie d'Olivet, concernant l'établissement d'une usine pour l'éclairage électrique à Saint-Hilaire — Saint-Mesmin.

M. G. Colas, ingénieur-électricien, qui est à la tête de cette très importante affaire, se propose de fournir l'énergie électrique à un nombre considérable de localités : Saint-Hilaire, Maréau, Cléry, Meung, Saint-Cyr-en-Val, La Ferté, Sandillon, Jargeau, Saint-Denis, Chécy, Saint-Jean-de-Braye. Cette région comprise entre Orléans et Blois manquait jusqu'à présent de distribution d'énergie électrique.

**Salon.** — *Distribution d'énergie électrique.* — On vient de former à Salon une Société pour l'exploitation d'une chute à créer sur la Durance, à la Désirade, près de Vinon, et même de toutes chutes sur la Durance et ses affluents, et sur tous autres cours d'eau; pour la vente de l'énergie électrique, l'exploitation de toutes industries utilisant l'énergie produite et toutes opérations mobilières et immobilières, financières, industrielles et commerciales dépendantes ou connexes de la création, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique, sous quelque forme que ce soit.

### ÉTRANGER

**Séville.** — *Transmission d'énergie à 53000 volts.* — Nous apprenons qu'on vient de terminer l'installation d'une transmission d'énergie à 53000 volts, entre Gaucin et Séville.

L'énergie est empruntée au Guadiaro, entre Gaucin et San Pablo, dans la province de Malaga; la chute utilisée a 137 m de hauteur nette et 128,5 m de hauteur utile; son débit minimum est de 1500 l:s.

Le canal de dérivation, qui est en partie à ciel ouvert et en partie en tunnel, a 5700 m de longueur. Il aboutit à un château d'eau d'où partent deux conduites forcées de 1 m de diamètre et 500 m de longueur construites en béton armé dans la partie supérieure et formées de tuyaux d'acier de 6 m sur les trois cinquièmes inférieurs.

L'équipement de l'usine se compose principalement de trois roues Pelton de 1125 poncelets actionnant chacune un alternateur triphasé Oerlikon; de deux roues de 75 poncelets pour l'actionnement des dynamos excitatrices; de sept transformateurs à courant alternatif simple a bain d'huile refroidi à l'eau, d'une capacité unitaire de 600 kv-a, et donnant chacun une tension de 30 000 volts; des tableaux, accessoires, etc., ordinaires.

De cette usine partent deux lignes à haute tension, constituées chacune par trois conducteurs de 5,5 mm. Les fils sont supportés, à 1 m l'un de l'autre, par des pylônes métalliques; les portées sont généralement de 80 m; il y en a toutefois, sur quelques sections, de 100, 120, 200 et 300 m, et même, à proximité de la centrale, il en existe une de 450 m.

La transmission a un développement total de 125 km. Elle passe par Villamartin, où se trouve un poste de connexion, par Utrera, qui possède une sous-station à transformateurs, par Dos Hermanas, où il y a également une sous-station de transformation. Elle se termine, comme il a été dit, à Séville.

Les sous-stations intermédiaires, de même que la sous-station terminale, sont toutes pourvues de parafoudres à cornes et d'interrupteurs de sectionnement : aux parafoudres sont adjointes des résistances liquides de mise à la terre.

L'équipement de la sous-station d'Utrera se compose, outre les appareils de sectionnement et de sécurité, de quatre transformateurs à courant alternatif simple avec refroidissement à eau, de 200 kv-a chacun; tout ce matériel ainsi que l'installation elle-même a été exécuté par les ateliers d'Oerlikon.

Celui de Dos Hermanas est formé d'un seul transformateur triphasé de 360 kv-a.

A Séville, il y a sept transformateurs à courant alternatif simple de 600 kv-a chacun.

Tous les transformateurs sont à bain d'huile et refroidissement par circulation d'eau.

Dans la centrale et dans les sous-stations, le mode d'installation est celui à cellules, tous les appareils dangereux étant logés dans les compartiments de béton.

Tant sous le rapport de la longueur de la transmission que de la tension employée, l'installation est des plus remarquables et ne peut être comparée jusqu'ici qu'aux transmissions à haute tension du Littoral méditerranéen.

Digitized by Google

# COMMANDE ÉLECTRIQUE DES TRAINS DE LAMINOIRS

## REVERSIBLES

La première installation de ce genre établie en Angleterre, par la *Electrical C°*, dans les ateliers de MM. Dorman, Land and C°, de Middlesbrough, est décrite dans l'*Electrical Engineering* du 15 octobre 1908, à qui nous empruntons les renseignements que les lecteurs de *L'Industrie électrique* accueilleront certainement avec intérêt.

L'installation, réalisée suivant le principe du système *Illgner*, est actuellement en service.

Nous rappellerons brièvement que le système Illgner a pour but, à l'aide d'un groupe moteur-générateur muni d'un volant dont on fait varier la vitesse dans de grandes limites, d'uniformiser la charge demandée à la Centrale, lorsque les organes récepteurs sont soumis à de grandes variations de puissance et à des à-coups brusques et de courte durée. Ce principe, couramment appliqué, dans les mines, aux moteurs d'extraction, demande quelques dispositions spéciales quand il s'agit de la commande des trains reversibles.

Le fonctionnement du groupe uniformisateur Illgner est réglé, comme l'on sait, par un dispositif automatique qui en abaisse la vitesse et permet au volant de restituer une partie de son énergie cinétique au moment des fortes charges; au contraire, le groupe accélère et accumule de l'énergie quand la demande de puissance est faible.

La tension appliquée aux bornes du moteur qui conduit

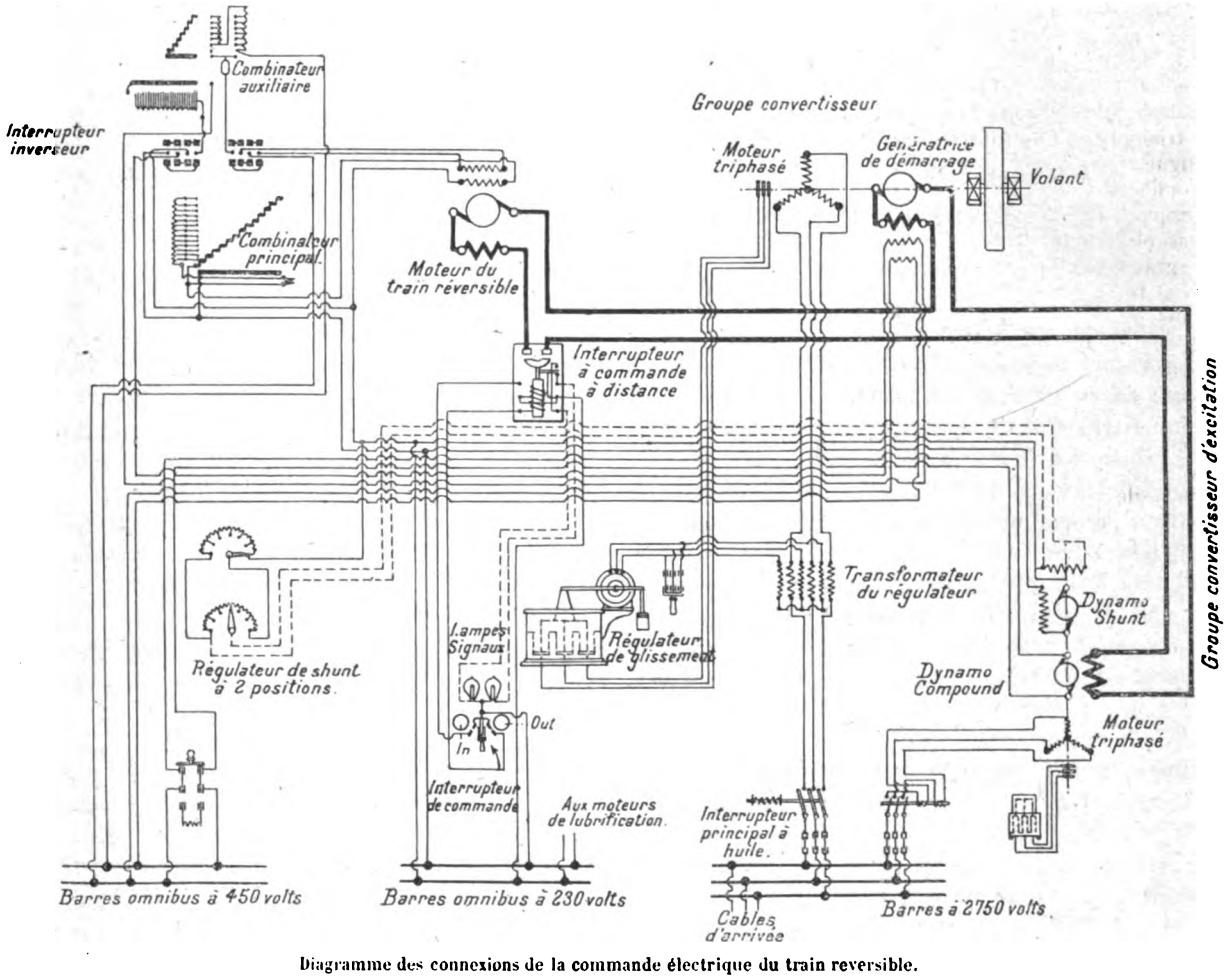



Diagramme des connexions de la commande électrique du train reversible.

le train varie suivant celle développée par la génératrice dite de « démarrage » du groupe uniformisateur, dont on fait varier l'excitation suivant les besoins. La vitesse du moteur et son sens de marche sont ainsi fonction exclusive de l'excitation de la génératrice de démarrage (principe du système *Leonard*).

L'excitation variable de la génératrice de démarrage et celle constante du moteur du train sont toutes deux alimentées, dans le cas actuel, par un petit groupe auxiliaire moteur-générateur; les diverses opérations de réglage du moteur du train — démarrage, accélération, inversion du sens de marche — sont effectuées en agissant uniquement sur le circuit d'excitation de la génératrice de démarrage, à l'aide d'un appareillage réduit à sa plus simple expression.

La figure donne le diagramme des connexions et indique suffisamment la nature des appareils employés.

On remarquera que le groupe excitateur comporte une



Digitized by Google

génératrice additionnelle excitée par le courant même du moteur du train. On obtient par ce moyen une sorte de compoundage des champs de la génératrice de démarrage et du moteur du train ; il en résulte, en cas de surcharges secondaires, une diminution de vitesse et, par suite, une modération du courant dans les limites de réglage et d'action des appareils de sécurité.

Le régulateur de glissement qui commande la vitesse du groupe uniformisateur est naturellement l'un des organes les plus importants de l'équipement.

Son rôle est d'introduire une résistance variable dans le circuit du rotor du moteur du groupe uniformisateur.

Il consiste en une résistance liquide, réglée automatiquement par un *moteur régulateur* ; la résistance liquide est constituée par un réservoir contenant de l'eau acidulée, maintenue froide par un système de circulation permanente, et dans lequel plongent 3 électrodes. Ces dernières sont mises en court-circuit en leur position la plus basse ; elles sont équilibrées et suspendues, pour en permettre le relevage, à un arbre solidaire de celui de l'armature libre du moteur de réglage. Cette dernière peut, en se déplaçant de quelques degrés, entraîner l'immersion plus ou moins profonde des électrodes insérées elles-mêmes en série dans le circuit du rotor du moteur triphasé du groupe uniformisateur ; la vitesse est ainsi modifiée.

Le stator du régulateur de glissement est parcouru par le courant secondaire d'un transformateur dont le primaire est en série avec le stator du moteur triphasé du groupe uniformisateur. Tant que le courant dans les barres principales du réseau reste au-dessous d'une certaine valeur, le couple sur l'arbre du régulateur de glissement dû aux électrodes est inférieur à celui du contrepoids et du rotor ; mais quand le courant maximum est atteint, le couple du rotor du régulateur devient supérieur aux autres couples exercés sur l'arbre ; les électrodes sont relevées progressivement, augmentant le glissement du rotor du moteur triphasé du groupe d'uniformisation ; le volant restitue, à ce moment, une partie de son énergie cinétique.

Réciproquement, quand la demande de puissance est inférieure à la normale, le rhéostat se met en court-circuit et le volant accélère.

Le moteur du train de laminoir de MM. *Darman, Long and C°* peut être appelé à développer momentanément plus de 2700 poncelets ; néanmoins, la puissance demandée aux barres principales du réseau se maintient à 900 poncelets environ.

La consommation massique d'énergie (dépense d'énergie par tonne de matière usinée) est un peu plus élevée que si le laminoir était directement commandé par un moteur triphasé : toutefois les avantages du système — simplicité de manœuvre, constance de la puissance demandée à la Centrale et, corrélativement, possibilité d'équiper la Centrale avec des unités de puissance réduite — compensent amplement, et au delà, ce léger sacrifice.

Le train reversible des ateliers *Dorman, Long and C°* comprend 2 équipements à cylindres de 400 mm de diamètre pour la fabrication des cornières et des petits fers. Le laminoir est accouplé directement à un moteur compound à courant continu pouvant développer 900 poncelets à puissance normale et 2700 poncelets à la limite sous 600 volts, à la vitesse de 160 t : m ; le couple maximum du moteur est de 32 000 Mkg.

Le convertisseur Illgner consiste en un moteur triphasé de 712 poncelets sous 2750 volts à 40 périodes par seconde accouplé directement à une dynamo à courant continu de 900 à 2700 kilowatts. Les 2 volants, de 20 tonnes chacun, sont montés sur un arbre distinct relié par un accouplement spécial à l'arbre du moteur du convertisseur. Il est ainsi possible d'isoler les volants en cas de besoin, par exemple, lorsque la puissance absorbée par le laminoir n'atteint pas 700 poncelets.

Le convertisseur Illgner tourne à 400 t : m au maximum et à 350 t : m au minimum.

La dynamo de démarrage est munie d'un enroulement compensateur du système Déri ; la commutation s'effectue sans étincelles à toutes charges, à calage fixe des balais.

Les paliers de l'arbre des volants sont à circulation d'eau ; les volants sont enfermés dans une enveloppe en tôle en vue de réduire la puissance absorbée par ventilation.

Les coussinets sont du type ordinaire avec métal antifriction ; la pression due à la charge des tourillons dans le rectangle d'appui y est particulièrement faible.

Le graissage des tourillons est assuré par une circulation d'huile sous pression ; un signal électrique d'alarme est aménagé sur chaque palier pour prévenir en cas d'un accident dans le circulation du lubréfiant.

Un moteur auxiliaire de 11 poncelets sert à lancer le convertisseur Illgner ; ce moteur est mis automatiquement hors circuit dès que le convertisseur atteint une vitesse de 3 t : m.

Les volants, de 4,2 m de diamètre, sont pourvus de freins à refroidissement par l'eau pour permettre l'arrêt rapide.

Le groupe d'excitation est conduit par un moteur de 60 poncelets sous 2750 volts à 40 périodes par seconde accouplé directement aux deux dynamos à courant continu dont l'une sert à exciter la dynamo de démarrage et le moteur du train, et dont l'autre alimente l'enroulement de compoundage spécial indiqué plus haut.

E.-J. Brunswick.

## LES ISOLATEURS POUR LIGNES AÉRIENNES

Les hautes tensions des installations actuelles de transports d'énergie électrique et celles que l'on envisage pour les installations futures ont amené les fabricants d'isolateurs à perfectionner leurs procédés.

Digitized by Google

La diversité des échantillons présentés à l'exposition de Marseille montre que les efforts faits dans cette voie ont été couronnés de succès et que, des isolateurs lourds, fragiles et peu résistants de ces années dernières, on est arrivé à faire des appareils relativement légers présentant une grande résistance mécanique et supportant des tensions considérables. Ces progrès ont d'ailleurs été réalisés aussi bien par les verriers que par les fabricants de porcelaine et il est à remarquer que les premiers, bien qu'ils n'aient peut-être pas répandu leur produit autant que ses qualités et la modicité de son prix le permettraient, ont néanmoins créé des types intéressants pour très hautes tensions.

On trouve aussi quelques essais de fabrication d'isolateurs en ébonite d'après le principe des grands isolateurs en porcelaine, c'est-à-dire en plusieurs cloches indépendantes et vissées les unes sur les autres. Ces appareils peuvent dans certains cas être intéressants pour les installations de stations centrales ou de transformation.

Isolateurs en porcelaine. — Un des stands les plus importants de l'Exposition de Marseille était celui de la *Porzellanfabrik d'Hermsdorf* dans la section allemande du Grand Palais. On y trouvait une série très complète de pièces en porcelaine pour appareillage à haute tension, interrupteurs, coupe-circuits, entrées de postes, supports de rails omnibus, etc. La forme de ces supports, ou tubes dépend des fabricants d'appareils qui généralement commandent aux porcelainiers des pièces sur croquis. Tous ces modèles sont des isolateurs accordéons présentant une très grande surface émaillée. Ils sont prévus pour intérieurs secs. Quelques-uns avec quatre cloches à la partie supérieure sont destinés à des interrupteurs à 30 ou 50 000 volts.

On y trouvait aussi des cylindres dont la surface présente une rainure en hélice dans laquelle vient s'enrouler

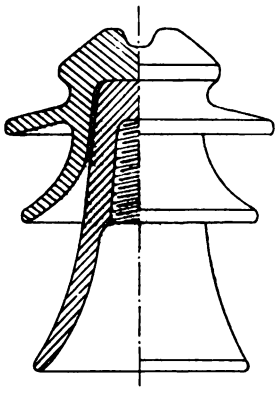


Fig. 1. — Isolateur « Delta ».

le fil fin de maillechort ou de nickeline des rhéostats. On obtient ainsi des appareils peu encombrants et robustes.

Dans les isolateurs pour lignes aériennes on remarque une tendance à employer de la porcelaine émaillée vert ou brun. On rencontrait d'ailleurs cette tendance dans les autres stands.

Cette maison exposait différents modèles de son type « Delta » (fig. 1).

Pour des installations à 50 000 volts, elle montrait les isolateurs en porcelaine blanche en deux pièces cimentées des installations de Trollhattan-Skarra et Sils-Zürich. La partie supérieure porte deux cloches et l'inférieure une seule avec jupe profonde ; ils sont scellés sur des tubes en fer de 30 mm de diamètre extérieur.

Le transport El Corchado-Sévilla à 50 000 volts emploie des isolateurs triple cloche en porcelaine blanche d'une seule pièce et très petits. Ils sont montés sur tube en fer de 22 mm.

A Brusio (Lombardie), pour 47 000 volts on emploie un isolateur en deux pièces mais encore petit ; à Halslund-Kykkelsrud, pour 50 000 volts des isolateurs en deux pièces en porcelaine brune.

Pour la ligne de Sydsvenska ils sont émaillés vert, la jupe inférieure est assez évasée. Ils sont montés sur des tiges tubulaires de 50 mm de diamètre. Un de ces isolateurs scellé sur une tige horizontale de 65 mm serrée dans un étau supporte une charge de 2500 kg suspendue à la gorge de la tête (fig. 2),

Dans ces conditions les isolateurs spéciaux pour les arrêts de ligne ne sont plus nécessaires. Pour certains cas

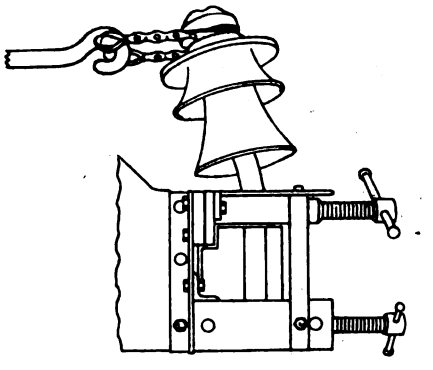


Fig. 2.

exceptionnels, quand par exemple on veut arrêter la ligne à un mur, la maison a étudié un type plus résistant encore composé d'un isolateur à 8 cloches percé de part en part et traversé par une tige fixée en haut et en bas. Les isolateurs pour lignes avec tensions de service de 100 à 120 000 volts sont particulièrement remarquables. Ils sont constitués par 4 cloches indépendantes en porcelaine blanche et cimentées ensemble ; un modèle est recouvert d'un immense chapeau en tôle émaillée abritant de la pluie les jupes inférieures. MM. Blondel et Harlé ont envisagé l'emploi de ces isolateurs dans leur projet de transport d'énergie du Rhône à Paris.

Dans cet ordre d'idées on trouvait les isolateurs suspendus montés en série qui paraissent devoir être appelés à jouer un grand rôle dans les installations futures à très hautes tensions. Ils se font en 2 modèles, les uns percés de 2 ouvertures se croisant permettent de passer des câbles de suspension, les autres avec des têtes et des tiges métalliques scellées ; la tige de l'un étant raccordée non ri-

Digitized by Google

gidement à la tête du suivant, la première tête est accrochée à la potence du poteau et la dernière tige supporte le fil. Ce genre de supports commence à se répandre en Amérique et a aussi été envisagé par M. Blondel. Nous nous demandons cependant si par une tempête violente les fils ne risquent pas de se rapprocher entre eux ou du poteau.

Nous devons mentionner aussi les isolateurs d'arrêt pour tendeurs et haubans à grande charge mécanique ils sont ou plats ou allongés et percés, comme les isolateurs suspendus, de 2 ouvertures à 90°; puis une entrée de poste à haute tension composée de cylindres de porcelaine de 6 à 15 mm d'épaisseur, ces cylindres sont placés les uns dans les autres et séparés par des intervalles d'air. Le plus petit tube intérieur est traversé par une tige de cuivre connectée d'un bout à la ligne, de l'autre à l'appareillage intérieur du poste.

Divers échantillons d'isolateurs ont été sciés pour montrer l'homogénéité parfaite et le grain fin de la porcelaine. Dans certains cas, surtout pour des tubes de sortie de transformateurs ou interrupteurs, pour augmenter la résistance électrique, les isolateurs sont constitués par 2 tubes emmanchés l'un dans l'autre et cuits ensemble.

La manufacture d'Hermsdorf occupe 1400 ouvriers et possède 24 fours.

Depuis 1902 près de 3 millions d'isolateurs ont été essayés sur 8 champs d'essais.

*Rosenthal et Cie*. — Ce stand voisinant celui d'Hermsdorf renfermait aussi un assortiment de pièces en porcelaine pour coupe-circuit à bouchons, rosaces de plafond, prises de courant et tout le petit appareillage à basse tension, des tubes pour interrupteurs et sorties de transformateurs à haute tension, des capotes pour transformateurs de tension ou d'intensité et une série d'isolateurs d'une seule pièce à 4 cloches (fig. 3). La jupe supérieure très large

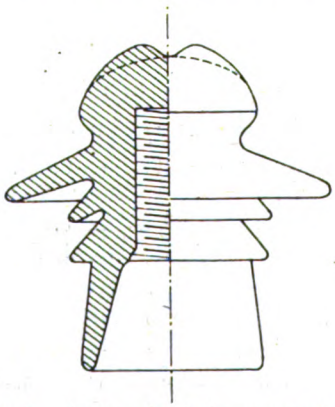


Fig. 3. — Isolateur à 4 cloches en une pièce.

en recouvre deux étroites et la jupe inférieure longue enferme la tige. La maison exposait aussi ses types de la ligne Hoja-Salto-Bolarque (Espagne) à 50000 volts en 2 pièces; la jupe supérieure est large et cannelée à la partie interne; — les isolateurs de la Sociedad Hidroelectrica Española (Madrid) à 66000 volts (tension la plus élevée d'Europe); ce sont aussi des isolateurs en 2 pièces, la partie supérieure avec une grande cloche en recouvrant 2 petites et la partie inférieure avec une jupe large et une plus étroite et longue.

Pour des tensions de service de 100 à 120000 volts elle construit des isolateurs d'un modèle analogue mais en 3 pièces et avec la grande jupe beaucoup plus large.

*Paul Schröder-Konrad Zeisig's-Nachfolger*. — Cette maison exposait également dans la section allemande au Grand Palais une série d'isolateurs accordéons de 10000 à 100000 volts avec armature métallique pour installations à l'intérieur des postes et généralement munis de supports pour fils ou barres.

Ces isolateurs accordéons sont remarquables par la

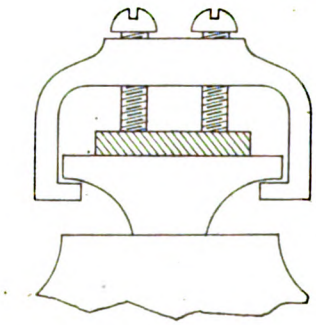


Fig. 4.

grande profondeur des cannelures augmentant la surface émaillée.

Les armatures supportant les barres sont formées d'une cannelure en fonte dont une des joues est munie d'une

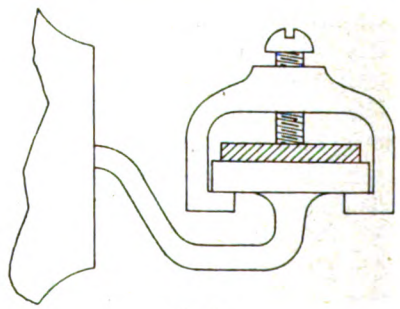


Fig. 5.

vis de pression. Dans d'autres modèles la pression se fait par un étrier amovible avec une ou deux vis de serrage (fig. 4 et 5).

*Thomson-Houston*. — En dehors des isolateurs en ambroïne et porcelaine pour ligne de trolley, la Société

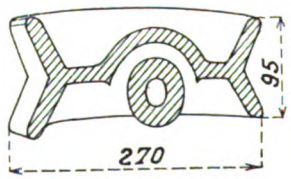



Fig. 6. — Isolateur Helwett.

Thomson exposait deux modèles d'isolateurs suspendus Helwett à très hautes tensions en porcelaine brune (fig. 6)

Digitized by Google

et une photographie d'une ligne montée sur ces isolateurs.

Un autre à triple cloche en porcelaine brune avec support et chapeau en fonte sert surtout dans les installations à 50000 volts pour le montage des parafoudres, limiteurs de tension et appareils divers.

*E.-H. Cadiot.* — Cette maison exposait quelques isolateurs en porcelaine marron, pour haute et moyenne tension, de « the Ohio Brass C° », des isolateurs d'arrêt de ligne, supports de rail de prise de courant et du matériel pour ligne de traction.

*Grenoble Electricite.* — On trouvait dans ce stand des isolateurs triple cloche d'une seule pièce pour 5 à 20000 volts et lignes à basse tension, des coupe-circuits aériens, entrées de poste, boules isolantes, traversées de murs, serre-fils, couteaux de sectionnement, support de troisième rail, supports d'accumulateurs, etc.

*Energie électrique du Littoral Méditerranéen.* — Elle emploie pour ses lignes à 50000 volts des isolateurs triple cloche en 3 pièces en porcelaine marron. Elle montrait également les modèles des lignes de ses réseaux à 15000 et 10000 volts à triple cloche et les isolateurs à double cloche des lignes de distribution à basse tension, ainsi que les ferrures supportant ces isolateurs sur des poteaux en bois ou pylônes métalliques.

La Société du *Sud électrique* exposait un isolateur à double cloche en porcelaine blanche pour ses lignes à 10000 volts et l'*Énergie électrique du Sud-Ouest* un isolateur triple cloche en porcelaine marron en trois parties construits par Parvillée.

Isolateurs en verre. — Devant les progrès réalisés par les fabricants de porcelaine, les verriers ont cherché à créer des types d'isolateurs répondant aux exigences de la science électrique.

On a dû étudier un verre spécial peu alcalin, se détériorant peu à l'attaque des agents atmosphériques et

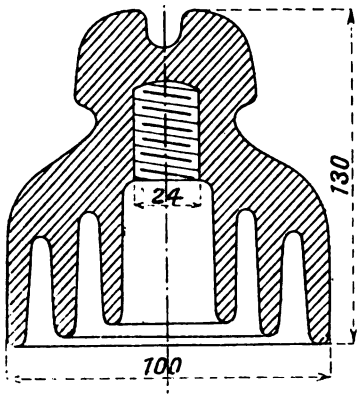



Fig. 7. — Isolateur en verre pour 15000 v. Poids 1200 g.

d'une grande résistance mécanique. Plusieurs maisons sont arrivées à créer des modèles remarquables Leur isolement répond aux plus larges exigences de l'exploitation, de plus le verre étant isolant dans toute sa masse. le bris d'une partie de l'isolateur ne modifie pas son isolement, sa transparence permet de reconnaître facile-

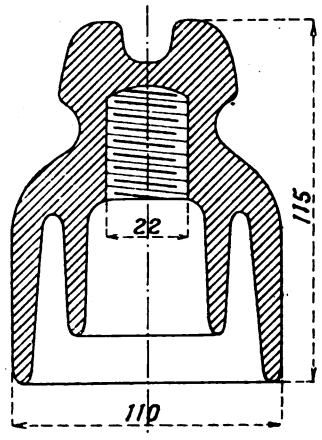



Fig. 8. — Isolateur en verre pour 6000 v. Poids 1220 g.

ment les défauts et fissures, sa couleur vert foncé empêche qu'il ne serve de point de mire aux jets de pierre. C'est d'ailleurs cette dernière raison qui a amené les

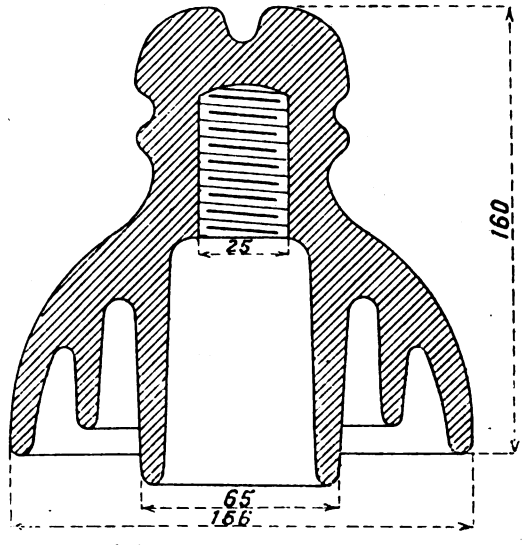



Fig. 9. — Isolateur en verre pour 15000 v. Poids 2100 g.

porcelainiers à colorer en vert les grands isolateurs en porcelaine. Par forte pluie l'eau tombant sur les isolateurs en verre ne forme pas une nappe continue mais se dépose en gouttelettes.

*Verreries de Reims.* — Cette Société nous montrait une série d'isolateurs à simple et double cloche pour lignes télégraphiques, téléphoniques et signaux de chemins de fer, des isolateurs à double cloche de différentes grosseurs pour distribution d'énergie électrique et lignes principales à basse tension de 50 à 110 mm de diamètre (fig. 7), des isolateurs d'entrée de poste, de descente à une ou deux branches d'accrochage, des isolateurs à triple cloche et à encoche pour lignes à 5000, 6000 et 15000 volts.

L'isolateur pour 6000 volts (fig. 8) est très en faveur

Digitized by Google

à raison de sa ligne de fuite très développée par rapport à ses dimensions relativement faibles. Il a supporté à sec

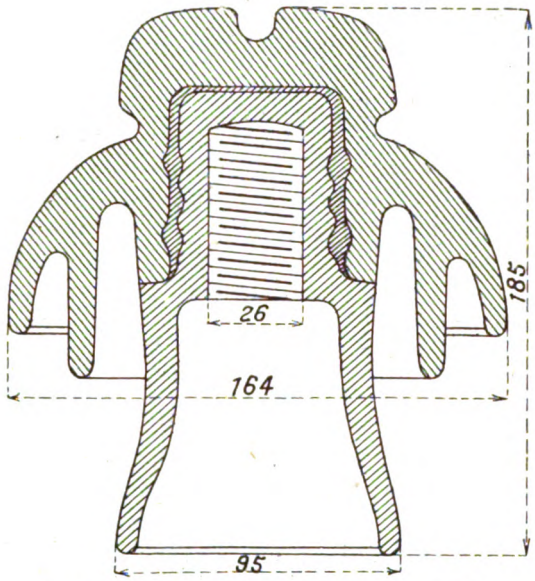



Fig. 10. — Isolateur en verre pour 25000 v. Poids 2100 g.

une tension élevée progressivement de 16000 à 50000 volts et, sous une pluie artificielle d'environ 10 mm par

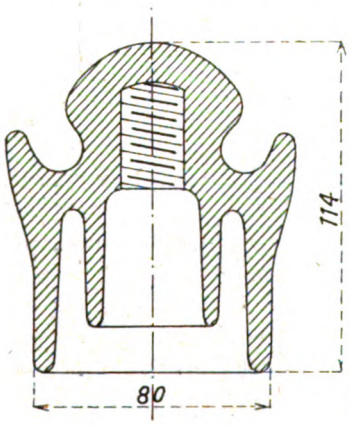



Fig. 11. — Poids 650 g.

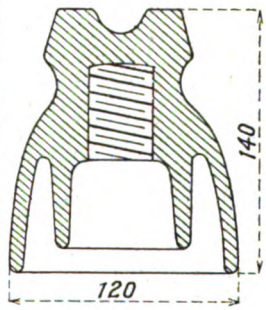



Fig. 12. — Poids 1800 g.

minute, 8000 volts effectifs sans donner lieu à aucune observation. Les isolateurs à 15000 volts (fig. 9) ont été

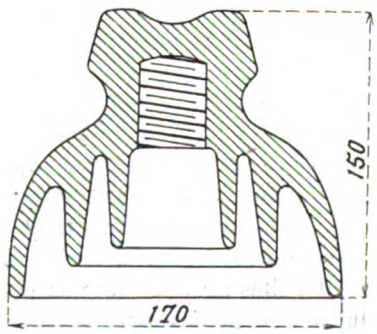



Fig. 13. — Isolateur pour 25000 volts. Poids 2900 g.

soumis, sous une pluie artificielle de 8 mm par minute, à une tension de 25 à 30000 volts; les isolateurs pour tension de service de 25000 volts (fig. 10) sont en deux parties scellées au ciment, et ils ont supporté dans les mêmes conditions 35000 volts.

Un modèle un peu plus réduit que celui de la figure 11

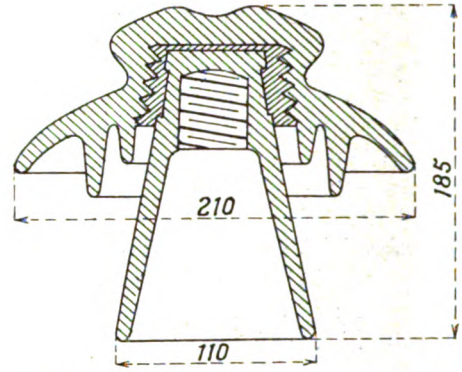



Fig. 14. — Isolateur pour 30000 volts. Poids 3500 g.

et également en deux pièces est employé pour les lignes de 18 à 20000 volts.

*Verrerie de Folembray.* — Le stand de cette Société renfermait une exposition très complète de poulies basses et hautes, d'entretoises, poulies d'angles, poulies doubles rondelles, serre-fils doubles et triples, ronds et rectangu-

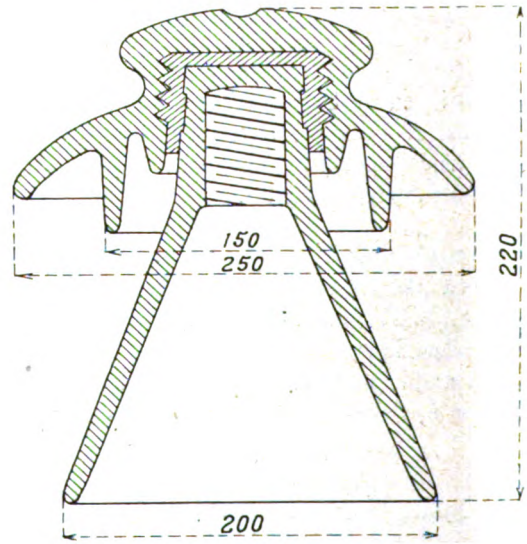



Fig. 15. — Isolateur pour 40000 volts. Poids 5600 g.

laires, des bougies pour allumage de moteurs à explosion, puis une série d'isolateurs spéciaux à simple, double et triple cloche recevant une tête métallique pour parafoudres, interrupteurs, coupe circuits, etc.; des isolateurs accordéons de 50 à 130 mm de diamètre pour installations intérieures, des isolateurs de descente, de traversées de murs, d'arrêt de ligne, des boules isolantes pour haubans, des supports pour troisième rail et bacs d'accumulateurs, des isolateurs simple et double cloche à encoche (fig. 12), de 55 à 120 mm de diamètre, pour distributions à basse tension, des isolateurs à triple cloche (fig. 15) pour haute tension. Un modèle pour 8000 volts

Digitized by Google

a 85 mm de diamètre et hauteur et pèse 0,500 kg : pour 15 000 volts il a 105 mm de diamètre et pèse 0,860 et pour 20 000 volts il a 130 mm de diamètre et pèse 2 kg.

Le modèle de la figure 13 est établi pour 25 000 volts.

On emploie alors les types en plusieurs pièces, celui de la figure 14 établi pour une tension de service de 20 à 50 000 volts résiste à sec à 80 000 volts. Le modèle

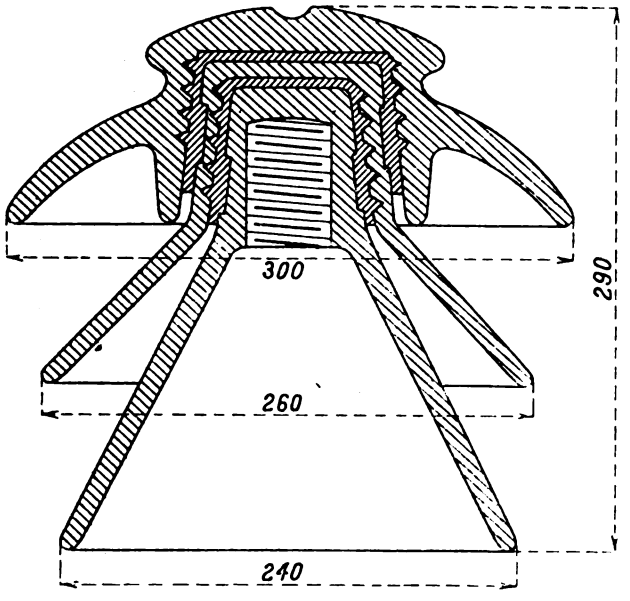



Fig. 13. — Isolateur pour 50 000 volts. Poids 8800 g.

de la figure 15 est établi pour 20 ou 40 000 volts, il est contourné par l'étincelle sous une forte pluie artificielle vers 60 000 volts, et celui de la figure 16, établi pour 40 à 50 000 volts, est contourné par l'étincelle dans les mêmes conditions vers 70 000 volts.

*Isolateurs en ébonite.* — La maison Heine, Fraun et fils d'Hambourg, exposait au Grand Palais des tubes isolants en ébonite polie pour entrées de postes, boîtes d'extrémité de câbles armés, sorties de transformateurs et interrupteurs à haute tension et appareillage divers et également un modèle d'isolateur triple cloche en deux parties vissées l'une sur l'autre et sur une tige de support en fer. Ces isolateurs sont très compliqués et coûteux et ne seront guère employés que dans certains cas très spéciaux.

L. Conge.

## FOUR ÉLECTRIQUE A RÉSISTANCE

### POUR LA FABRICATION DE L'ACIER

Les fours les plus connus jusqu'ici en électrosidérurgie sont des fours à arc ou des fours à résistance à chauffage direct, conductif ou inductif.

Ils n'emploient habituellement, à moins qu'ils fonctionnent comme transformateurs, que des tensions relativement basses, et ne dépassant pas généralement une centaine de volts.

M. le professeur Igewsky, de Kief, s'est occupé de réaliser un four s'accommodant de tensions quelconques; il expérimente depuis plusieurs années, à l'Institut polytechnique Alexandre II, à Kief, un appareil satisfaisant à cette condition, qu'il a approprié, notamment, à la fabrication de l'acier, et dont il a donné, en mai dernier, une description à l'Iron and Steel Institute de Londres.

Le four est du type à résistance formée de conducteurs de la seconde classe, de magnésie, de chaux, de silicate, d'alumine, de silice, etc., qui deviennent conducteurs aux hautes températures.

Un modèle simple est représenté en coupe à la fig. 1.

Le courant est introduit par deux électrodes *b*, *b*, et il passe, en partie, directement d'une électrode à l'autre

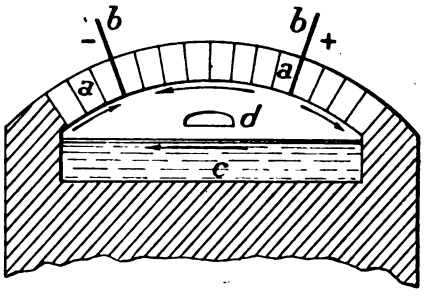



Fig. 1.

par la voûte qui, formée de briques réfractaires *a*, est, à chaud, semi-conductrice, et en partie par le bain *c*; *d* est l'ouverture.

La résistance de la maçonnerie doit être très grande, et il faut que la tension nécessaire s'élève à un millier de volts par mètre de distance entre les électrodes.

La voûte, fortement chauffée, rayonne sa chaleur sur la masse à traiter, de sorte que le four fonctionne comme four à réverbère.

En rapprochant les électrodes l'une de l'autre, en les éloignant, en munissant le four de plusieurs électrodes, et en ne donnant du courant qu'à celles qui doivent en recevoir immédiatement pour que le traitement se fasse de façon régulière, on réalise un appareil susceptible de travailler avec toutes intensités de courant dans les usages ordinaires.

Un tel four devrait théoriquement fonctionner de manière aussi stable qu'une lampe à incandescence et permettre d'atteindre les températures les plus élevées que peut supporter la maçonnerie; mais, en pratique, il n'en est pas tout à fait ainsi, avec le modèle rudimentaire décrit ci-dessus, du moins.

Certaines difficultés proviennent d'un phénomène analogue à celui qui se produit dans le haut fourneau, et que M. Igewsky a désigné sous le nom de différenciation.

Le courant électrique ne passe sur la surface des briques que pendant la première phase; après un temps très court, il se concentre suivant les lignes de moindre

Digitized by Google

résistance, et, peu à peu, ces chemins forment la seule zone affectée, tandis que le restant de la surface n'est pas échauffé.

On pourrait obvier à cette défectuosité en subdivisant les électrodes et en les munissant de régulateurs; semblable disposition pourrait, par exemple, être employée pour la fabrication de la porcelaine.

Une solution plus simple, applicable dans le cas du traitement sidérurgique, consiste à imprimer au four un mouvement de rotation, le nombre d'électrodes étant choisi suffisant pour que le fonctionnement reste ininterrompu.

Dans ce cas, les briques semi-conductrices forment alternativement la voûte et la sole du four, de telle sorte que les variations de température sont absolument évitées; chaque brique passant sous le métal à la même conductibilité; toutes sont uniformément mouillées par le laitier, et les couches superficielles y deviennent moins résistantes que le corps.

Mais, avec un tel appareil, il est indispensable que l'on emploie un commutateur pour empêcher que le circuit des électrodes ne soit mis en court-circuit par le métal.

La figure 2 montre l'agencement d'un four équipé de cette manière, et alimenté en courant triphasé; *a*, *a*, *a*

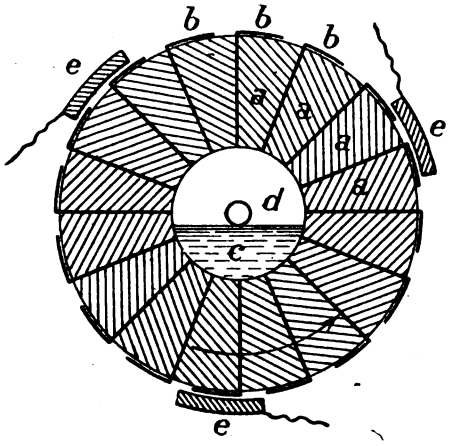



Fig. 2.

sont les briques; *b*, *b*, *b*, les électrodes; *c*, le bain; *d*, l'ouvreau; *e*, les balais; dans le type représenté, le collecteur est supposé confondu avec le four; mais on peut évidemment le rendre indépendant en le reliant à la surface par un câble.

C'est un four de ce genre, mais à courant continu, à à 250 volts, avec 50 à 60 ampères, ce qui correspond à 12 ou 15 kw, qui a été employé aux essais de laboratoire variés auxquels M. Igewsky a procédé.

Dans ce modèle, montré en 3, où les lettres ont la même signification qu'en 2, le four, formé de plaques de fonte et de briques de terre réfractaire, a 175 mm de diamètre intérieur et une profondeur de 215 mm; sa capacité est de 5,17 litres; de cet espace, le métal peut occuper environ les deux cinquièmes, c'est-à-dire que l'on ne peut charger dans l'appareil qu'une dizaine de kilogrammes environ. A mesure, toutefois, que le four s'use, la capacité devient plus grande.

A froid, le four n'est pas conducteur; il faut le chauffer pour l'amorcer.

Le travail est mené de la façon suivante :

La flamme d'un brûleur à gaz ou d'une lampe Bunsen est dirigée par l'ouvreau dans le four, et quand celui-ci est légèrement chauffé, on y introduit un peu de potasse et on le met en mouvement.

Il se comporte alors comme un semi-conducteur, le courant s'y établit et continue de l'échauffer.

Après quelque temps, on y introduit une charge de soude, puis, lorsque la paroi intérieure est chauffée au rouge, du carbonate de sodium.

Les alcalis en question, qui se volatilisent dans le four, n'endommagent que très peu celui-ci, à la condition que l'on évite de chauffer trop rapidement, ce qui occasionnerait des gerçures et des crevasses.

Habituellement, le mieux est de chauffer le four durant la nuit, avant d'en faire usage:

On peut introduire la fonte dans le four quand ce dernier est au rouge blanc; on procède ensuite à l'addition des déchets; l'ordre peut aussi être renversé.

Dans le premier mode de travail, M. Igewsky recommande d'ajouter la matière fraîche par petites quantités, à mesure que la charge fond.

Dans le second, quand le four devient suffisamment

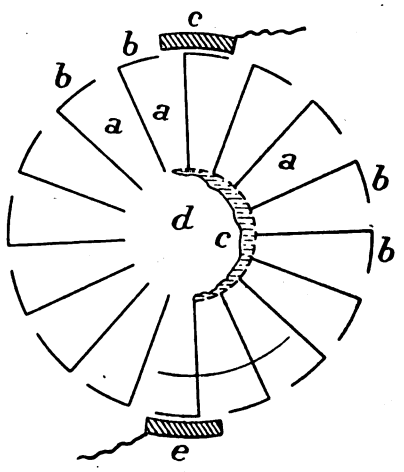



Fig. 3.

chaud, la fusion se fait brusquement au moment où on charge la fonte.

Si l'on introduit trop rapidement une charge fraîche, il arrive facilement que le four se court-circuite intérieurement, le métal, partiellement fondu seulement, se solidifiant en adhérant aux parois, ainsi qu'il est montré à la figure 3.

La même chose peut avoir lieu si le four se refroidit quand le métal s'y trouve; cet inconvénient est évidemment particulièrement grave avec de petits fours, lesquels se refroidissent naturellement de façon rapide; l'accident, au contraire, ne se produirait guère dans de grands fours, gardant un calorique considérable.

Digitized by Google

En pratique, au lieu de chauffer à l'aide d'une flamme, on pourrait mettre les fours en ordre de marche en y faisant arriver une charge de métal en fusion provenant d'un autre four.

On rendrait ainsi inutile l'usage de la soude, qui attaque les revêtements.

La maçonnerie est, de préférence, faite de briques en terre réfractaire intérieurement et extérieurement; ces briques sont d'une conductibilité très appropriée à cette application; elles demandent, néanmoins, qu'on évite un excès de laitier: la magnésie convient moins bien, parce qu'elle conduit trop facilement.

Les électrodes sont en fer; à première vue, il peut paraître étonnant que des électrodes de ce genre puissent être employées pour la fabrication de l'acier; en fait, ces électrodes fondent et sont légèrement absorbées par les interstices entre les briques.

Mais comme la chaleur se développe à la surface de celles-ci, les crevasses restent autour des électrodes à une température modérée, parce qu'elles retiennent le laitier, et même des gouttes de métal, s'enveloppant ainsi d'une gaine conductrice.

Dans ses premières expériences, M. Igewsky avait employé des électrodes massives de trois à quatre mm d'épaisseur, qu'il enfonçait de temps à autre au marteau; mais il a reconnu que cela n'est pas nécessaire, et il emploie actuellement des électrodes de tôle de fer.

Son four ordinaire comporte 24 électrodes placées à des intervalles de 23 mm.

Quand le four est chargé, il n'y a que les 14 briques supérieures qui entrent en jeu, et la différence de tension entre les électrodes est de $\frac{250}{7} = 35$ volts environ.

Il arrive ainsi que des étincelles se produisent au commutateur, lesquelles ont une tendance marquée à se transformer en arcs, la distance extérieure entre deux électrodes successives étant moindre que la distance intérieure.

Pour éviter cet inconvénient, il suffirait que les électrodes fussent placées à 12 mm l'une de l'autre; la tension entre les pièces voisines tomberait alors à 17 volts et un arc ne saurait plus jaillir. Mais l'inventeur est arrivé au résultat voulu en coupant en trois parties chaque pièce du collecteur, les parties étant reliées l'une à l'autre par des fils de connexion.

De cette manière, les électrodes sont graduellement éliminées chaque fois que la tension atteint approximativement 20 volts, et la formation des arcs est rendue impossible.

En outre, un balai additionnel connecté aux rhéostats frotte sur le collecteur.

En dehors de ces dispositifs accessoires, le four est d'une grande simplicité.

Son maniement est facile, et si, dans les dimensions actuelles, il demande, il est vrai, une surveillance attentive, il n'en serait plus de même avec un appareil de plus grande puissance.

L'acier obtenu est un acier doux ayant une tenacité de 56,8 kg par mm² avec une élongation de 20 pour 100.

En fondant des rognures de fer avec du charbon de bois (1 pour 100), l'inventeur a fabriqué un acier ayant une résistance à la rupture de 85,6 kg par mm² et une élongation de 3 pour 100.

Des expériences de fabrication en partant directement du minerai, ont donné des résultats relativement bons; les revêtements ont généralement été moins attaqués qu'on ne le craignait.

Le métal est toujours très homogène; le laitier est généralement porté à une température très élevée, qui est des plus favorables à l'accomplissement des réactions voulues; le four est peu surchauffé; il a d'ailleurs un bon rendement et il est susceptible des usages les plus variés.

HENRY.

---

PROJET

DE

# PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX PARATONNERRES

L'Association suisse des Électriciens a chargé une Commission de rédiger des « prescriptions normales relatives au placement et à l'entretien des paratonnerres pour bâtiments ».

La Commission constituée par MM. les Drs Dengler et Blattner, et M. le directeur E. Hubert, ont publié le projet qu'elle a élaboré et le font précéder de quelques considérations, sous le titre de *Justification des prescriptions normales*. Nous donnons ci-dessous ces considérations, ainsi que le projet de prescriptions.

Le développement de l'électrotechnique pendant ces dernières années a modifié essentiellement les idées sur le mode d'action et l'utilité des paratonnerres installés pour la protection des bâtiments, c'est pourquoi on a senti la nécessité de reviser les coutumes et les prescriptions officielles relatives à ce genre d'installations et de les mettre mieux en rapport avec les connaissances de la technique actuelle.

Les résultats d'expérience et les hypothèses sur lesquelles se basent les prescriptions normales, en tant qu'ils s'écartent des idées admises anciennement peuvent se résumer comme il suit :

Un objet peut être mis complètement à l'abri de l'action destructive de l'électricité atmosphérique et en particulier des coups de foudre, si on l'entoure d'un revêtement ou d'un treillis métallique, et si l'on relie cette garniture protectrice à la terre. L'action protectrice du réseau métallique décroît si l'on augmente les dimensions de ses mailles, et devient minimum si le réseau se réduit à une seule maille ou à une partie de maille.

Le montage d'une tige de paratonnerre sur l'armure

Digitized by Google

métallique n'accroît pas l'action protectrice de celle-ci, mais augmente seulement la probabilité des coups de foudre sur la pointe. Par contre si l'on monte la tige à l'extrémité d'un mât métallique élevé dans le voisinage immédiat de l'objet protégé, et si on le met également à la terre, on peut détourner sur elle les coups de foudre, qui sans cela atteindraient la garniture protectrice.

L'exactitude de ces considérations est démontrée par l'expérience, et il s'ensuit immédiatement qu'un bâtiment construit entièrement en fer et relié soigneusement à la terre, de même qu'un bateau à coque métallique constituent par eux-mêmes, pour les personnes et les choses qu'ils renferment, un abri absolument sûr et qu'il serait superflu de les pourvoir de paratonnerres à tige spéciaux.

Les toitures métalliques ou les parties métalliques entrant dans la construction des toitures, comme les tôles de faîte, les corniches, les tôles de revêtement, les gouttières et leurs tuyaux de décharge, peuvent être considérées comme les parties d'une garniture métallique entourant le bâtiment, et pour autant qu'elles sont raccordées à un circuit de protection proprement dit, constituent un système protecteur. Au cas où le raccord n'est pas possible à cause des frais d'établissement, il faut tout au moins que ces parties métalliques soient reliées entre elles et mises à la terre; sans cette dernière précaution, elles peuvent être au contraire une source de dangers.

Les efforts les plus récents de la technique tendent donc, comme l'indique M. Findeisen, conseiller de construction et spécialiste en la matière, à utiliser pour la protection des bâtiments contre la foudre, en toute première ligne les parties métalliques de la toiture et là où ces parties font défaut, ou ne sont pas suffisamment développées, à installer un réseau protecteur spécial composé de conducteurs menés le long des lignes de faîte et des arêtes du toit, et de lignes de terre proprement dites, afin d'obtenir un degré de sécurité proportionné aux circonstances locales.

La probabilité des coups de foudre est éminemment variable d'un endroit à l'autre; elle est minimum par exemple pour une maison faisant partie d'un bloc ou d'une rangée de constructions d'égales hauteurs; elle est maximum pour les habitations isolées, surtout si elles sont bâties sur des élévations de terrain. Dans un même endroit la probabilité d'incendie par suite d'un coup de foudre est évidemment plus grande pour une grange avec son contenu extrêmement inflammable, que pour une habitation massive, en matériaux peu combustibles.

La multiplicité et la variabilité des conditions, rend impossible l'unification des types d'installation des paratonnerres. Il ressort également de la statistique des Sociétés d'assurance contre l'incendie qu'un règlement général ne serait pas désirable au point de vue économique, abstraction faite de ce que dans la plupart des cantons de la Suisse, les bases légales feraient défaut. Au contraire, si l'on considère que ce sont tout justement les bâtiments d'exploitation agricole qui doivent être les mieux protégés, on est amené en partant de cette idée que mieux vaut une sécurité minime que pas de sécurité du tout, à faciliter et à provoquer l'installation de paratonnerres en tolérant des dispositifs simples et par conséquent peu coûteux.

C'est pourquoi il serait préférable de soumettre ces bâtiments spécialement exposés au règlement limité, d'autant plus que ces constructions sont souvent éloignées des conduites d'eau et difficilement accessibles aux brigades de pompiers.

Dans la rédaction des prescriptions normales, on a tenu compte aussi de la circonstance qu'il s'agit presque toujours dans les décharges atmosphériques de courants électriques à haute tension et à haute fréquence, dont le passage dépend moins de la résistance ohmique des conducteurs, c'est-à-dire de leur section, que de la surface des parties métalliques destinées à la dérivation du courant de telle sorte que, par exemple, un tuyau de décharge des eaux de pluies, mis à la terre, même formé de bouts de tuyaux mis bout à bout et non soudés, a une action plus efficace qu'un conducteur plein de même section.

Pour la même raison, il ne faut pas attribuer une trop grande importance à la qualité du métal constituant les conducteurs, comme le faisaient les anciennes prescriptions relatives aux paratonnerres, et on peut considérer toute pièce en tôle comme très appropriée à la fonction de conducteur pour la dérivation des décharges atmosphériques.

La tendance à ne pas concentrer en des points déterminés les grandes différences de potentiel qui se produisent pendant les orages, mais d'essayer plutôt de les disperser en créant des surfaces conductrices étendues et en ménageant de nombreuses prises de terre, n'exclut pas la possibilité de réduire encore plus la chute de potentiel maximum par l'application du pouvoir des pointes; cependant ce résultat est atteint plus sûrement, d'après les essais de Melsens, par des tiges plus courtes et plus nombreuses ou par des faisceaux de tiges répartis en divers endroits de la garniture métallique, que par quelques tiges dominant le bâtiment en deux ou trois points seulement.

L'emploi des paratonnerres simples à tige unique est indiqué pour la protection d'objets particulièrement exposés, attirant spécialement la foudre tels que les clochers, les cheminées d'usines, etc. L'emploi des paratonnerres à tige est encore à recommander pour la protection des poudrières, des magasins à pétrole, etc., on les installera sur des mâts élevés à côté des bâtiments à protéger, dans le but d'en détourner les coups de foudre.

La chose la plus importante est la prise de terre, c'est pourquoi l'on devrait prescrire de ne pas recouvrir celle-ci avant qu'elle ait été contrôlée et trouvée satisfaisante par le personnel compétent. Si l'exécution des nouvelles installations est soignée et le premier contrôle consciencieux, des intervalles plus longs entre les contrôles subséquents, trois ou cinq ans, par exemple, seront admissibles.

Digitized by Google

Ceci suppose bien entendu, que ces contrôles sont faits soigneusement, par un personnel spécialement instruit, non intéressé commercialement à l'installation des paratonnerres.

Comme conclusion, disons que ces prescriptions normales ne sont en aucune façon un pas dans l'incertain; des règlements administratifs reposant sur les mêmes bases sont en vigueur depuis plusieurs années dans le canton de Zurich et dans le Wurtemberg, sans que leur application ait démontré qu'une revision dans le sens des anciennes prescriptions fût désirable.

### INSTALLATION ET SURVEILLANCE DES PARATONNERRES

#### I. — *Dispositions générales.*

*Article premier.* — En principe il est laissé à l'appréciation du propriétaire d'un bâtiment de pourvoir ou non ce bâtiment de paratonnerre, sous réserve des dispositions de l'article 2.

Au cas où le bâtiment doit être pourvu de paratonnerres, l'installation de ceux-ci est soumise aux présentes prescriptions normales.

*Art.* 2. — Les bâtiments compris dans les classes suivantes doivent être pourvus de paratonnerre.

*a.* Les bâtiments dans lesquels les coups de foudre pourraient avoir des conséquences particulièrement graves : comme les églises, les écoles, les institutions d'éducation, les hôpitaux et les hospices, les hôtels de montagne, les bâtiments d'usine à plusieurs étages.

*b.* Les bâtiments dans lesquels sont manipulées ou se trouvent en dépôt de grandes quantités de matières inflammables, tels que, fabriques de pièces d'artifice, d'allumettes, magasins à poudre, dépôts de pétrole.

*c.* Les bâtiments ou partie de bâtiments pourvus de toitures ou d'armatures métalliques.

*d.* Les bâtiments qui par suite de leur hauteur ou de leur situation, sont spécialement exposés aux coups de foudre : comme les tours, les cheminées d'usines, les habitations isolées sur des endroits élevés. En cas de contestation la mise en vigueur sera décidée par les autorités cantonales compétentes.

*Art.* 3. — Les parafoudres des lignes à forts et à faibles courants qui se trouvent contre les bâtiments munis de paratonnerres, ou ceux des installations électriques à l'intérieur de ces bâtiments ne sont pas soumis aux présentes prescriptions; les parafoudres en question doivent être généralement montés de manière indépendante.

Les chevalets de toiture et autres supports analogues pour les lignes électriques de toute nature, même s'il n'y a pas de branchement dérivé de ces lignes vers le bâtiment doivent être soumis en tant que partie métallique de la toiture aux présentes prescriptions, pour autant qu'ils ne sont pas déjà mis séparément à la terre suivant d'autres prescriptions existantes.

#### II. — *Installation des paratonnerres.*

*Art.* 4. — L'installation des paratonnerres sur un bâtiment, comprend deux parties principales :

A. La garniture métallique, c'est-à-dire le réseau de conducteurs entourant la toiture, et éventuellement les tiges de paratonnerre ou les faisceaux de pointes.

B. Les lignes et les prises de terre.

##### A. — *Garniture métallique de la toiture.*

*Art.* 5. — Les conducteurs métalliques constituant la garniture doivent être menés le long des crêtes et des arêtes, ainsi que le long des cheminées dépassant ces dernières, et doivent être réunis entre eux.

*Art.* 6. — Au réseau ainsi constitué, doivent être reliées toutes les parties métalliques de la toiture, telles que les tôles de faîte, de corniche, les tôles de revêtement des lucarnes, les gouttières, les tuyaux de cheminées et leurs chapiteaux, les bordures de zinc, les charpentes métalliques, etc.

*Art.* 7. — Là où les parties métalliques de la construction ont un développement suffisant et sont suffisamment reliées entre elles au point de vue électrique, elles peuvent constituer par elles-mêmes le réseau protecteur.

Le cas échéant on assurera une bonne communication électrique entre les différentes parties métalliques que l'on veut utiliser, au moyen de liaisons conductrices spéciales.

*Art.* 8. — Les garnitures proprement dites, et éventuellement les liaisons conductrices dont on vient de parler ne peuvent être composées que de fils de rubans, ou de câbles en cuivre ou en fer galvanisé.

Le fil de cuivre employé doit avoir au moins 6 mm de diamètre pour les bâtiments de moins de 25 m de hauteur de faîte; pour les constructions plus élevées, telles que tours, cheminées d'usines, au moins 7 mm de diamètre. Les rubans de cuivre doivent avoir une section égale à 1,5 fois les sections circulaires déterminées ci-dessus.

Si l'on emploie du fer galvanisé, la section des fils ou rubans doit être au moins le double de la section exigée pour le cuivre. Enfin les câbles employés seront composés de brins d'au moins 9 mm d'épaisseur.

*Art.* 9. — La liaison des différentes parties de la garniture entre elles doit être faite solidement, par soudure, rivure ou assemblage à vis. Les câbles devront être épissés.

*Art.* 10. — Les conducteurs de garniture et les conducteurs de liaison seront fixés par de légers supports en fer, ancrés convenablement aux poutres de la toiture à des intervalles de 9 m au maximum.

On veillera à ce que le trou d'ancrage soit bien refermé, afin d'éviter l'infiltration des eaux pluviales.

Les supports en question seront pourvus d'œillets ou de fourchettes pour la fixation du fil à une distance de 20 à 30 cm au-dessus de la crête ou des arêtes du toit.

Les conducteurs de garniture et de liaison menés sur le toit seront fixés de telle manière qu'ils soient le moins possible exposés à des détériorations par suite de réparations ou de travaux à la toiture, ou de la chute des neiges. Pour autant qu'il n'en résulte aucun inconvénient ni aucune complication, on placera les conducteurs de manière à faciliter l'inspection régulière de ceux-ci.

*Art.* 11. — S'il est fait usage de tiges spéciales pour la protection d'un bâtiment, celles-ci devront être soigneusement reliées, au point de vue électrique, à la garniture de protection entourant la toiture.

Ces tiges seront assez fortes et solidement fixées. Les pointes de ces tiges seront interchangeables.

Les mâts de protection montés isolément, comme cela se fait ordinairement près des poudrières, de même que les cheminées d'usines isolées, les tours, etc., doivent être traités comme des corps de bâtiments indépendants, c'est-à-dire que leurs paratonnerres ne peuvent être reliés à ceux d'autres constructions moins élevées situées dans le voisinage.

##### B. — *Lignes et prises de terre.*

Les paratonnerres montés sur des corps de bâtiments jusqu'à 300 m² de superficie, seront pourvus de deux lignes de terre, lesquelles se trouveront, en règle générale, sur la façade extérieure des bâtiments. Pour les bâtiments plus étendus on montera une ligne de terre supplémentaire pour chaque

Digitized by Google

superficie de 200 m² en sus. En outre, les gouttières seront mises à la terre par leur partie inférieure, ou reliées à la ligne de terre.

Les parties métalliques se développant sur une étendue assez grande à l'intérieur du bâtiment protégé, formant un tout, comme les conduites d'eau ou de gaz, les tuyaux des chaufferies centrales, les charpentes en poutrelles métalliques, etc., et qu'on peut considérer comme constituant pour le passage de la décharge atmosphérique à la terre, des conducteurs au moins aussi bons que les lignes de terre proprement dites doivent être reliées électriquement avec celles-ci, et cela autant que possible aux points inférieurs, par exemple à l'entrée des conduites d'eau dans le bâtiment. Pour des conduites de gaz, la mise à la terre doit toujours être faite à l'entrée de celles-ci dans l'habitation et en tout cas entre le raccordement et le compteur.

*Art.* 13. — Les lignes de terre doivent être composées, comme les autres conducteurs de fils de cuivre ou de fer galvanisé. Les prescriptions relatives aux dimensions minima sont celles de l'article 8.

En outre, jusqu'à 1 m environ au-dessus du sol, on peut faire usage, pour les lignes de terre, de tuyaux de plomb dans lesquels on introduit l'extrémité des conducteurs que l'on cale soigneusement. Le diamètre intérieur de ces tuyaux de plomb doit être égal à celui des fils et l'épaisseur des parois d'au moins 9 mm. Ces tuyaux de plomb seront protégés contre les détériorations mécaniques.

*Art.* 14. — La liaison entre les lignes de terre et le sol se fera le plus facilement, dans les habitations raccordées à la distribution d'eau, en reliant les conducteurs à la tuyauterie, et cela le plus près possible du point d'introduction de la canalisation dans la maison.

*Art.* 15. — S'il n'existe pas de canalisation hydraulique, mais que la nappe liquide à l'intérieur du sol soit facilement accessible, ou bien qu'il se trouve, dans le voisinage, des endroits où le sol est humide, des puits ou des fontaines, les lignes de terre seront conduites à la distance et à la profondeur nécessaires pour atteindre ces endroits favorables à la prise de terre.

Si l'on ne peut atteindre la couche d'eau d'infiltration qu'à une grande profondeur, et s'il n'y a pas de source dans le voisinage, autant que possible on constituera autour du bâtiment, à une distance de 1 ou 2 m des murs de fondation, une boucle en fil de cuivre ou de fer galvanisé, qu'on enfoncera à une profondeur de 30 ou 40 cm dans le sol. C'est à cette boucle que l'on reliera les lignes de terre et les extrémités des tuyaux de décharge.

Les fils composant les boucles seront soumis aux prescriptions des articles 8 et 13.

*Art.* 16. — Pour diminuer la résistance des prises de terre établies d'après l'article 15, et faciliter la dispersion de l'électricité dans le sol, on reliera l'extrémité des lignes de terre à des plaques de cuivre ou de fer, des treillis, des vieux tuyaux en métal, rails, etc. Ou bien l'on développera les fils et les rubans sur une longueur de 8 à 12 m en ligne droite, en spires ou en zig-zag à l'intérieur du sol, en les enfouissant si possible, dans un lit d'argile ou une couche de charbon de bois, ou de coke humide.

Pour cela on choisira de préférence les endroits où l'eau de pluie déversée par des gouttières, entretient le sol dans un état d'humidité plus ou moins constant.

Au cas où la nature du sol est particulièrement défavorable, il est permis de faire aboutir les lignes de terre dans les puits. Mais alors les diamètres prescrits à l'article 8 pour les conducteurs doivent être au moins doubles à cause de la rapide destruction à laquelle le fer et le cuivre sont exposés dans ces conditions; ou bien il faudra employer à la place de ces deux métaux, des tuyaux de plomb selon l'article 13.

### III. — *Surveillance des paratonnerres.*

*Art.* 17. — L'installation et l'entretien des paratonnerres sont soumis à la surveillance des autorités compétentes.

L'obligation d'entretenir les paratonnerres en bon état incombe au propriétaire du bâtiment.

*Art.* 18. — Les paratonnerres nouvellement installés seront inspectés avant que la prise de terre ne soit recouverte, par un délégué compétent et aux frais des autorités ordonnant le contrôle.

L'installateur devra pour cela faire une déclaration en temps opportun au bureau de police ou à tel autre bureau administratif. L'inspection se fera en présence de l'installateur ou de son délégué. Si le paratonnerre est trouvé défectueux, il sera soumis, après réparation, à une seconde inspection, mais cette fois aux frais de l'installateur.

*Art.* 19. — Les paratonnerres seront soumis à des inspections périodiques par un personnel compétent. L'intervalle entre deux inspections ne pourra dépasser cinq ans.

Pour les catégories de bâtiments importants, des inspections pourront être ordonnées à des intervalles plus rapprochés; il est laissé à l'initiative du propriétaire de faire soumettre ses paratonnerres à des inspections autres que l'inspection administrative. Bien entendu il supportera les frais de ces inspections supplémentaires.

Si, dans l'intervalle, la foudre tombe sur un bâtiment, le propriétaire devra en informer aussitôt la police locale qui en avertira l'inspecteur des paratonnerres de qui relève le bâtiment en question. Celui-ci soumettra aussitôt le paratonnerre à une inspection et adressera dans les trois jours un rapport aux autorités.

*Art.* 20. — L'inspecteur signalera au propriétaire et à la police locale, ou aux autorités communales, les défauts du paratonnerre relevés lors de l'inspection et auxquels on ne peut remédier immédiatement. Les autorités exigeront du propriétaire qu'il fasse les réparations nécessaires dans un laps de temps déterminé.

Si l'inspecteur constate lors de l'inspection suivante que le propriétaire ne s'est pas acquitté de son devoir, il peut avec l'aide de la police ou des autorités faire faire des réparations aux frais du délinquant.

*Art.* 21. — Les réparations jugées nécessaires par le personnel compétent, mais ne résultant pas d'un coup de foudre, de même que les travaux nécessaires pour l'inspection périodique sont à la charge du propriétaire.

Dans les cantons où l'assurance contre l'incendie est obligatoire, les dommages occasionnés par la foudre sont à la charge des institutions d'assurance contre l'incendie cantonales; dans les autres cantons à la charge des Sociétés d'assurance privées.

*Art.* 22. — On ne choisira comme inspecteurs de paratonnerres que les candidats ayant suivi avec succès un cours sur l'installation et l'inspection des parafoudres. La nomination se fait par les autorités qui décident de l'institution du cours d'instruction; elles déterminent également le nombre des inspecteurs, la durée de leur service et le barême de leurs appointements et émettent les arrêtés nécessaires.

Les artisans qui se sont occupés, du fait de leur métier, de la construction des paratonnerres pourront être admis, à leurs frais, au cours d'instruction pour le personnel de contrôle.

*Art.* 23. — Les installateurs de paratonnerres qui ne se soumettront pas aux présentes prescriptions recevront l'ordre, sous peine d'amende, de faire les travaux conformes aux prescriptions et, notamment, de remédier aux défauts qui leur seront signalés. S'ils ne se soumettent pas dans un délai déterminé, ils seront frappés de l'amende; en cas de récidive l'autorisation de construire des paratonnerres pourra leur être retirée temporairement ou définitivement.

Digitized by Google

*Art.* 24. — Il n'est pas permis aux inspecteurs d'installer eux-mêmes des paratonnerres.

*Art.* 25. — Les contestations entre propriétaires et inspecteurs seront soumises à la décision des autorités supérieures, après une expertise s'il en est besoin. F. L.

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

### SYSTÈME FESSENDEN

Les premières expériences de M. Fessenden sur la télégraphie sans fil (1) remontent à 1896; elles furent exécutées au moyen des dispositifs alors employés d'une façon générale et portèrent principalement sur la sensibilité de différents types de récepteurs; mais l'esprit inventif, secondé par beaucoup de science, de l'expérimentateur ne tarda pas à se manifester par d'importantes innovations (Thèse à la *Western University of Pensylvania*, mai 1898).

Dès 1898, M. Fessenden se rend compte de ce que la méthode à ondes amorties de Marconi est difficilement susceptible d'applications commerciales et il recherche le moyen de produire, d'une façon régulière et sûre, des ondes entretenues (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, novembre 1899).

Il abandonne le cohéreur et adopte des détecteurs non microphoniques, d'un fonctionnement plus stable et traduisant les *quantités* d'énergie reçue; il indique, pour la production des ondes non amorties, l'emploi de l'arc ou d'une dynamo; il recommande de faire la transmission en produisant les ondes de façon continue, les signaux étant obtenus en modifiant les constantes des circuits de transmission, etc.

Les principaux détecteurs quantitatifs employés à partir de ce moment par M. Fessenden ont été le radiomicromètre de Boys, le galvanomètre du Professeur Thomson, le barretter à fil et le barretter à liquide; c'est aux barretters, à celui à liquide surtout, que l'inventeur accorde la préférence : « ceux d'Austin, de Pickard, de Fleming, « de De Forest et de Cooper-Hewitt sont également très « bons, dit-il; mais j'ai du barretter une expérience qui « me le rend précieux » (*Proceedings, A. I. E. E.*, juillet 1908); ces dispositifs étant généralement connus, je ne crois pas devoir en reprendre la description : le barretter à fil est un bolomètre modifié pour être affecté par l'effet thermique interne et non par les actions extérieures; le barretter à liquide est basé sur le même principe, l'échauffement s'exerçant sur une colonne liquide très ténue; le fonctionnement est également dû, pour une faible part seulement, toutefois, aux actions électro-chimiques (L. W. Austin, *Bulletin du Bureau of Standards*, vol. II, n° 2).

Pour la production des ondes entretenues, M. Fessenden a d'abord utilisé l'arc à courant continu de Thomson; le mode de montage indiqué en 1892 par celui-ci permettait d'obtenir des fréquences de 50 000 par seconde; mais les ondes n'étaient pas suffisamment stables et uniformes; le procédé est amélioré en 1901 en faisant jaillir l'arc sous pression et en remplaçant une partie de l'inductance du circuit oscillatoire par une résistance ohmique; d'après des mesures de M. Austin (*Bulletin du Bureau of Standards*, vol. III, n° 2), on peut avec ce procédé obtenir des fréquences de 3 000 000 et atteindre un rendement de 60 pour 100; plus tard, en 1905, l'inventeur américain emploie plusieurs arcs en série; il recourt ensuite à un *circuit-volant*, servant à uniformiser la production des ondes, etc.; il place aussi l'arc dans l'hélium et l'argon.

Dans un autre ordre d'idées, il expérimente une dynamo-condensateur formée de deux disques parallèles, à découpures radiales, séparés par un disque de mica, tournant en sens contraire l'un de l'autre et chargés à potentiel constant; puis un commutateur rotatif à billes, un éclateur multiple à électrodes rotatives, etc.

Mais les résultats pratiques les plus remarquables ont été obtenus et semblent devoir être donnés à l'avenir à l'aide d'un générateur mécanique de courants à haute fréquence. En 1889, une machine de ce genre avait été construite par M. Thomson. M. Fessenden reprit les dispositions de cet appareil et, en 1900, une Compagnie américaine consentit à lui confectionner un alternateur de 1 kw capable de donner 10 000 périodes; ce générateur, achevé en 1902, donna des résultats si satisfaisants que l'on étudia la réalisation d'appareils plus puissants et à fréquence plus élevée; en 1906, un alternateur à 50 000 périodes était installé à la station expérimentale de Brant Rock; cet alternateur, perfectionné par les adjoints de M. Fessenden, permit bientôt de produire des courants à 75 000 périodes et de communiquer téléphoniquement, sans fil, avec un poste situé à Plymouth, à 18 km de distance; l'année suivante, une nouvelle dynamo, pouvant fournir des courants de fréquence atteignant jusqu'à 100 000 et ayant une capacité de 1-2 kw était réalisée, pour M. Fessenden, grâce aux efforts combinés de MM. Steinmetz, Haskins, Alexanderson, Dempster, Geisenhoven, Stein et Mansbendel; cet alternateur est décrit plus loin.

Dans l'entretemps, et particulièrement de 1899 à 1903, M. Fessenden avait substitué la réception par circuit fermé à celle par circuit ouvert accordé, et fait d'intéressantes expériences sur un mode de sélection consistant à accorder des postes en correspondance à la fois par la fréquence et « par groupe », en mettant à profit le phénomène des interférences; cette méthode a permis la téléphonie et la transmission en multiplex (à commutateurs tournants) ou en duplex (à balance); l'inventeur, qui l'appelle *méthode hétérodyne*, a indiqué, pour la réaliser,

(1) Voir : Fessenden, *Wireless telephony. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, juillet 1908. — *Electrician*, 28 août 1908. — Fessenden, *Electrician*, 3 juillet 1908. — *Electrical Review*, New-York, 4 juillet 1908.

Poole, J., *Wireless telephony. Telephony*, mai 1908. — *Electrical Review*, New-York, 20 janvier 1906. — *Electrician*, 10 avril 1908.

Digitized by Google

différents procédés dont le plus simple et le plus efficace est de faire interférer le champ produit par les ondes reçues avec un champ local dû à une source de haute fréquence.

Pour la généralité de ses expériences, M. Fessenden emploie comme récepteur un téléphone à diaphragme de cuivre portant une petite bobine 16 ohms dans laquelle passe le courant à déceler; il utilise aussi un téléphone amplificateur à courant d'air sous pression. Les transformateurs sont à nombres de tours réglables, du primaire et du secondaire, le degré de couplage étant également réglable; le fil est bobiné sur un cylindre isolant, mais il passe sur un cylindre de cuivre, où on peut en enrouler une plus ou moins grande partie, dont l'effet utile est de ce fait annulé. Les appels sont reçus à l'aide d'un galvanomètre vibratoire agissant sur un élément à sélénium, lequel provoque le fonctionnement d'une sonnerie.

Dans la forme la plus complète et la plus récente, les appareils sont disposés de la façon indiquée au croquis ci-dessous, relatif à une installation pouvant servir à la fois pour la télégraphie et la téléphonie (*Electrician*, 5 juillet 1908).

Le générateur à courants alternatifs est marqué 27; il est, comme on le voit, inséré dans le circuit des secondaires 21, 22, 25 et 26 de transformateurs dont les primaires 19, 20, 23 et 24 sont insérés sur la liaison de

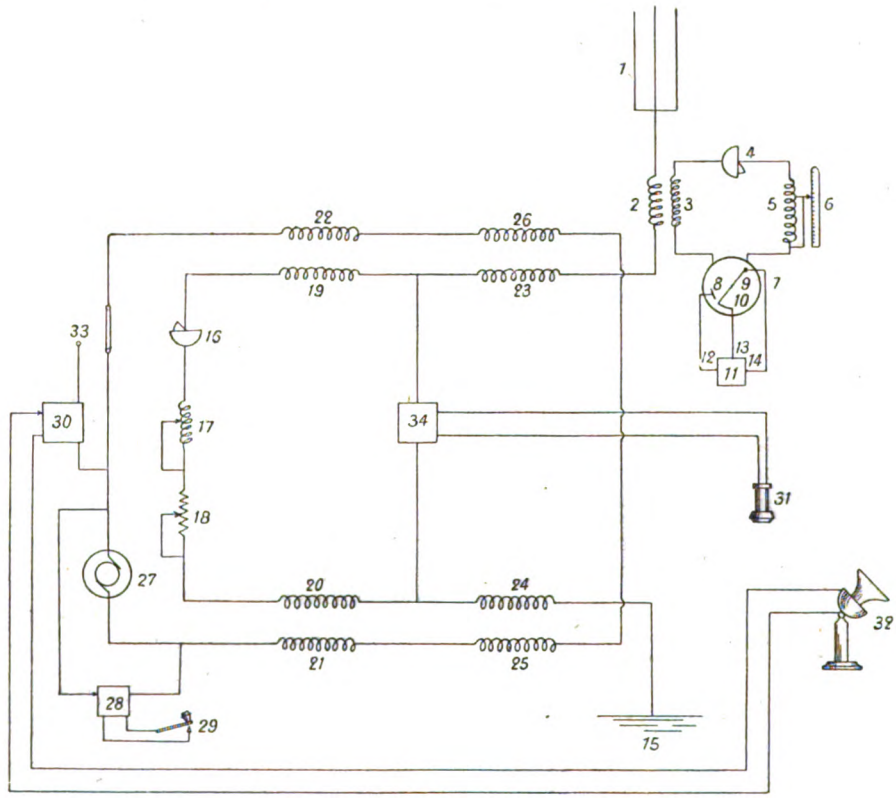



Schéma d'une installation mixte de télégraphie et de téléphonie sans fil.

l'antenne 1, une antenne multiple, avec la prise de terre, 15, ou la capacité en tenant lieu. Dans le même circuit 19, 20, 23, 24 se trouvent un condensateur réglable à air, 16, une inductance réglable, 17, et une résistance réglable également, 18.

L'alternateur est entraîné, à une vitesse très uniforme par une petite turbine à vapeur sur l'admission de laquelle agit un régulateur spécial, d'une grande sensibilité et d'une grande précision; ce régulateur est contrôlé lui-même par le système montré à la droite, dans le coin supérieur du croquis, et comprenant : le secondaire 3 d'un transformateur 2, 3 accouplant inductivement le système à l'antenne; un condensateur réglable 4 et une inductance réglable 5 (cette inductance est munie d'une échelle sur laquelle on lit directement les fréquences correspondant à la position donnée à l'index); un dynamomètre 7, dont l'aiguille 9 se déplace entre deux contacts 8 et 10 et agit de la sorte sur le mécanisme régulateur proprement dit; les bornes de ce mécanisme sont marquées 12, 13 et 14.

Le circuit 3, 4, 5, 7 est réglé à 1/20 pour 100 près sur la fréquence désirée, c'est-à-dire que, si la fréquence des courants fournis à l'antenne augmente ou diminue de 1/20 pour 100, l'aiguille du dynamomètre, sous l'influence des courants engendrés dans le circuit de réglage, se déplace et butte contre le contact 8 ou contre le contact 9, d'où résulte une réduction ou une augmentation de l'admission de vapeur à la turbine (Fessenden, *Electrical World*, 11 novembre 1899). Ce mode de réglage à résonance est d'une grande efficacité et d'une précision sans égale; M. Fessenden pense qu'il permettrait d'atteindre une régularité de 0,02 pour 100.

Digitized by Google

Comme garantie complémentaire, on peut, mais cela n'est pas indispensable, adjoindre au circuit régulateur un circuit additionnel accordé à 5 pour 100 plus haut que la fréquence du circuit régulateur. Avec ce circuit, on combine un fusible et une sonnerie fonctionnant si le courant vient à atteindre une valeur dangereuse.

Selon que l'on veut travailler téléphoniquement ou télégraphiquement, on place sur le plot de gauche ou de droite le commutateur à deux directions n° 33. La transmission télégraphique se fait au moyen de la clef Morse 29, laquelle agit, par l'intermédiaire du dispositif 28, pour modifier légèrement la fréquence des courants produits par l'alternateur, sans altérer toutefois la vitesse de rotation du rotor et sans changer l'intensité du courant; la variation se produit en 1/1000 de seconde, elle est suffisamment rapide pour permettre la transmission automatique par Wheatstone, et M. Fessenden a obtenu, en simple, avec ce transmetteur, une vitesse de travail de 250 mots par minute; il compte pouvoir aller jusqu'à 500 et même atteindre, en duplex, 1000 mots par minute.

La transmission téléphonique s'opère au moyen du transmetteur 32, agissant à l'intervention du dispositif 30; ce dispositif est un relais pouvant fonctionner pendant plusieurs heures avec un courant de 15 ampères; sa résistance est de 6 ohms; avec une puissance de 200 watts, modulée par cet appareil, M. Fessenden a pu téléphoner de Brant Rock (dont le mât a 50 m de hauteur environ) jusqu'à 325 km.

Le transmetteur microphonique peut être placé à une distance quelconque du poste; M. Fessenden a même fait avec succès des expériences, au moyen de relais spéciaux, de translation des signaux d'une ligne téléphonique à une autre par l'intermédiaire des postes de Brant-Rock et de Plymouth; le compte rendu de ces expériences a été donné dans divers journaux américains (voir notamment l'*American Telephone Journal*, 26 janvier 1908).

Comme transmetteurs spéciaux, M. Fessenden emploie un microphone électrostatique ou mieux un microphone de son invention formé de deux électrodes de platine-iridium tenues à distance par un anneau de stéatite, refroidies par une circulation d'eau, et entre lesquelles est introduite une électrode mobile, de platine-iridium également rendue solidaire du diaphragme par une tige rigide; la chambre microphonique comprise entre les électrodes est remplie de granules de charbon. Cet appareil est très stable, même en service ininterrompu.

M. Fessenden a également fait agir le microphone sur le champ de l'alternateur; mais ce procédé exige que celui-ci soit construit avec des soins particuliers. (Cette expérience est à rapprocher du système d'amplificateur téléphonique indiqué antérieurement par M. Soulier.)

La réception des signaux a lieu au moyen du téléphone 31 branché sur le détecteur 34, qui est de préférence, comme il a été dit, un barretter à liquide: ce détecteur fonctionne pour des courants de $6 \times 10^{-5}$ A sous $15 \times 10^{-3}$ v à la fréquence 5000.

Les appareils 16, 17 et 18 servent à composer une antenne artificielle, une antenne fantôme, grâce à laquelle il est possible de transmettre et de recevoir simultanément (c'est approximativement le système d'Édison), c'est-à-dire, en télégraphie, de travailler en duplex, et en téléphonie, de tenir une conversation bilatérale sans avoir à manœuvrer de commutateur. La balance ainsi obtenue est généralement beaucoup plus stable qu'en télégraphie par conduction (M. Poulsen a pu travailler en duplex à 2000 km environ; *Electrician*, 26 juin 1908).

Le groupe générateur se compose d'une turbine dont le rotor a 9 cm de diamètre, d'un alternateur, avec armature de 15 cm de diamètre, et d'un régulateur. La turbine, de construction extrêmement soignée, peut marcher de façon ininterrompue pendant 24 heures; le graissage du groupe est automatique et se fait de la même façon que sur les automobiles. L'inductance du champ de l'alternateur est faible; la résistance de l'armature est de 5 ohms; cette armature est double et comporte sur chaque moitié 500 bobines; l'inducteur a 150 encoches. Les entrefers ont 1,5 mm approximativement.

L'alternateur, dont la capacité est de 1-2 kw, peut donner de 75 000 à 100 000 périodes par seconde. L'intention avait d'abord été de le construire pour une périodicité de 250 000; mais M. Fessenden ayant reconnu ultérieurement que de plus grandes portées sont généralement obtenues avec des fréquences moindres, la construction a été modifiée.

A s'en rapporter aux déclarations de M. Fessenden, cette découverte de la moindre absorption, dans le travail diurne notamment, des ondes de fréquence relativement basse (*Electrician*, 26 juillet 1907) est l'une des plus considérables : elle a permis de maintenir, le jour aussi bien que la nuit, d'une façon sûre, et avec une puissance comparativement faible, des communications excellentes jusqu'à 5000 km de distance (*Proceedings*, *A. I. E. E.* juillet 1908).

Le degré de sélectivité atteint avec la méthode hétérodyne est remarquable et dans les conditions présentes, M. Fessenden croit pouvoir réaliser 50 000 accords différents (*Electrician*, 3 juillet 1908).

A égalité de puissance, la distance de transmission atteinte en téléphonie est de 2 à 4 fois moindre qu'en télégraphie (Kennely et Fessenden, *A. I. E. E.*, 29 juin 1908).

HENRY.

## INDICATEUR DE TERRE POUR RÉSEAUX TRIPHASÉS

### A HAUTE TENSION

Dans les stations triphasées à haute tension installées récemment, tous les appareils accessibles du tableau de distribution sont à basse tension. Toutefois, les indicateurs de terre font exception à cette règle générale, et l'on emploie habituellement à cet usage des voltmètres

Digitized by Google

statiques très délicats, très coûteux et qui augmentent, dans une mesure très sensible, le prix des tableaux.

En conséquence, il nous paraît intéressant de décrire brièvement ci-après un dispositif très simple que la Société Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G., de Francfort, vient d'imaginer; ce dispositif, applicable aux

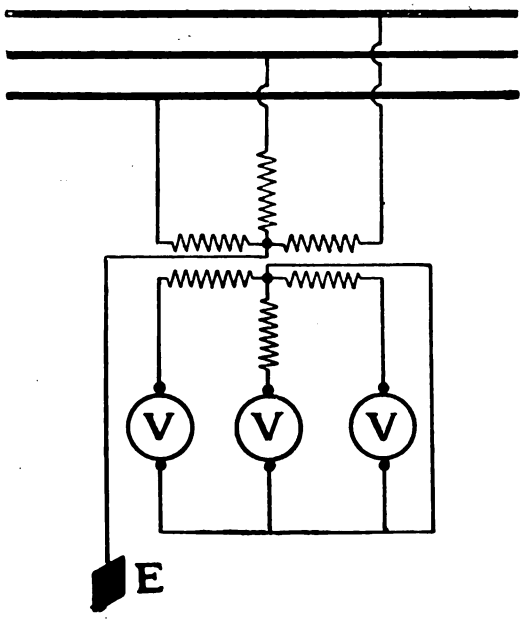



Fig. 1.

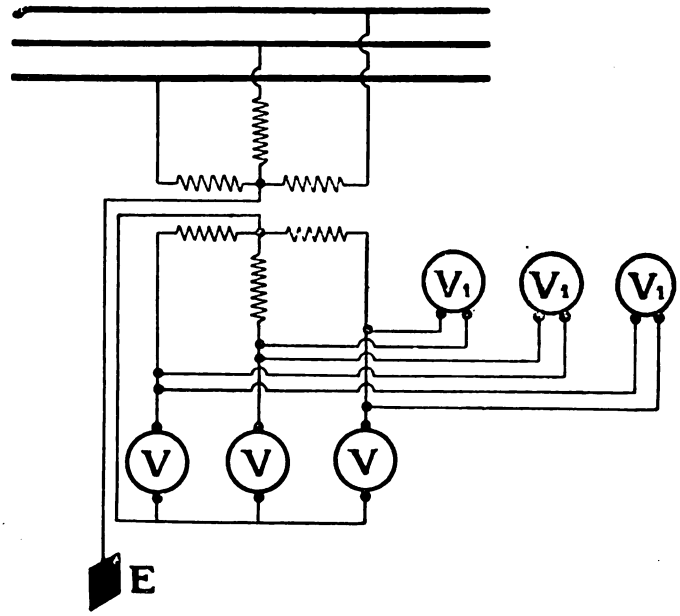



Fig. 2.

réseaux triphasés connectés en étoile, permet, en effet, l'emploi de voltmètres électromagnétiques ordinaires à basse tension et écarte ainsi d'un seul coup les deux inconvénients du système précité.

Les bornes primaires d'un petit transformateur réducteur de tension (fig. 1), analogue à ceux qui accompagnent les instruments de mesure, sont connectées aux barres omnibus à haute tension, tandis que le point neutre est mis à la terre. Un voltmètre électromagnétique pour basse tension est branché entre le point neutre et

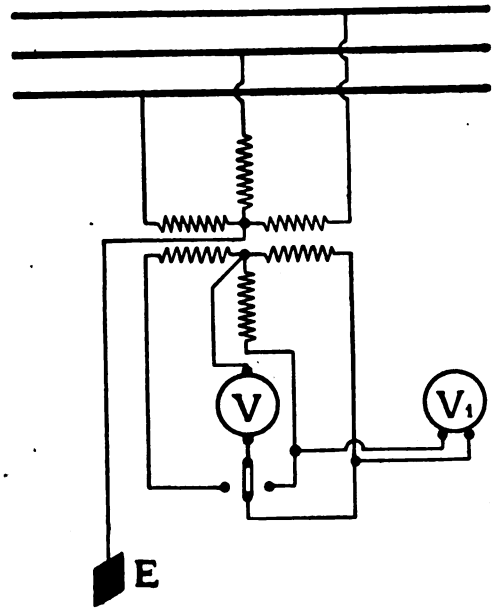



Fig. 3.

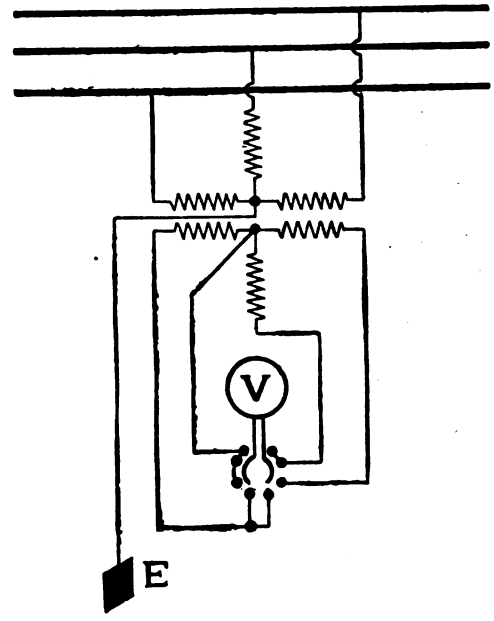



Fig. 4.

l'extrémité de chacune des phases. S'il se produit une terre sur l'un des conducteurs de ligne, le courant de perte provoque une nouvelle distribution des potentiels, et la lecture du voltmètre correspondant devient plus petite, alors que celles des deux autres voltmètres deviennent, au contraire, plus grandes.

Il n'est pas nécessaire d'installer un transformateur spécial pour le voltmètre indicateur de terre. La figure 2

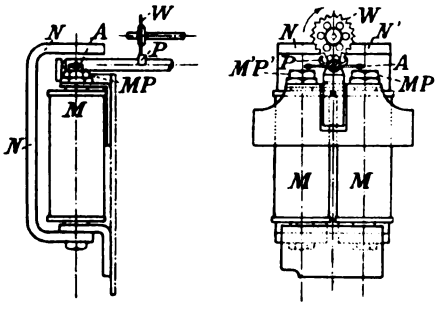
Digitized by Google

est le schéma de montage de six voltmètres sur le même transformateur de mesure; trois de ces voltmètres mesurent la différence de potentiel entre deux conducteurs, et leurs indications ne sont pas influencées par la présence d'un défaut sur l'une des lignes; les trois autres sont les indicateurs de terre fonctionnant comme il vient d'être dit.

Si les trois phases sont symétriquement chargées, comme dans le cas où le réseau n'alimente que des moteurs triphasés, par exemple, on peut se contenter de deux voltmètres (fig. 3) : l'un, donnant la tension entre deux conducteurs, tandis que l'autre, raccordé d'une part au point neutre du secondaire du transformateur, et d'autre part à un commutateur à trois directions, permet de vérifier successivement l'isolement des trois conducteurs de ligne. Enfin, le voltmètre ordinaire, indispensable dans tous les cas, peut être employé en même temps comme indicateur de terre. Il suffit pour cela de disposer d'un commutateur à plusieurs directions comportant huit plots et deux segments intérieurs; ces derniers sont réunis aux bornes du voltmètre et les autres connexions sont faites d'après le schéma ci-dessus (fig. 4). Cette solution — la plus économique — convient tout spécialement pour les petites installations. A. Z.

## UN NOUVEAU FRÉQUENCEMÈTRE

Les fréquencemètres à lames vibrantes que l'on rencontre un peu partout aujourd'hui sont d'excellents appareils pratiquement indéréglables mais qui présentent une certaine incertitude dans l'indication de la fréquence exacte. Pour remédier à cet inconvénient M. A. F. Poole (1)




a établi un appareil qui compte le nombre exact d'alternances pendant un temps donné.

Dans ce but il emploie une roue à rochet W analogue à la roue d'échappement d'une horloge dont l'ancre P serait mise en mouvement par la palette d'un électro-aimant polarisé MN.

Le circuit de l'électro est relié à la canalisation dont on veut mesurer la fréquence pendant un temps donné, toujours le même, et une aiguille calée sur l'axe de la roue à rochet vient indiquer sur un cadran le chiffre correspondant à cette fréquence.

On comprend aisément au seul aspect de la figure que chaque inversion du courant dans les bobines de l'électro-aimant polarisé provoque un mouvement de l'armature ayant pour effet de laisser échapper d'une dent la roue à rochet comme dans un télégraphe Breguet.

L'aiguille doit toujours être ramenée au zéro après chaque essai si l'on veut que les indications qu'elle donne correspondent bien à la fréquence cherchée.

Il paraît que cet appareil fonctionne très bien jusqu'à des fréquences pouvant atteindre 170 périodes par seconde, le courant qu'il absorbe est très faible, soit 5 milliampères sous 110 volts. Les indications sont naturellement indépendantes de la forme du courant et ne sont pas influencées par la température ou les variations de tension. Il avait été établi par la Holtzer-Cabot Electric C° de Chicago pour mesurer des fréquences de l'ordre de 75 périodes par seconde employées sur des circuits téléphoniques spéciaux, mais il peut rendre des services pour la mesure des fréquences des courants industriels.

A. Soulier.

(1) *The Electrical Engineer* du 24 juillet 1908, p. 48.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 19 octobre 1908.*

**Les ondes dirigées en télégraphie sans fil.** — Note de M. A. Blondel. — Lorsque MM. Tosi et Bellini ont décrit (*Comptes rendus*, 11 mai; voy. *L'Industrie électrique*, 1908, n° 261) leur système de télégraphie sans fil par ondes dirigées, je n'avais pas cru nécessaire de signaler que j'ai indiqué depuis longtemps le principe des antennes accouplées et des cadres ouverts ou fermés, pour la production d'ondes dirigées, et pour la détermination de l'orientation des signaux reçus; la revendication de M. Turpain (*Comptes rendus*, 5 octobre) m'oblige cependant à rappeler aujourd'hui mon antériorité.

Le principe de l'association d'antennes à phases différentes que j'ai exposé (1), et qu'utilisent MM. Bellini et Tosi, constitue, dans le domaine des ondes hertziennes, une application limitée du principe des réseaux (optique); j'ai montré que l'idéal serait de pouvoir disposer dans un même plan toute une rangée d'antennes parallèles régulièrement espacées entre elles d'une demi-longueur d'onde, et soumises à des oscillations décalées aussi d'une demi-longueur d'onde. Mais, dans la pratique, on ne peut exciter à la fois plus de deux antennes dans un même plan par un même oscillateur, condition néces-

(1) *Nouveau système de radiateurs pour la télégraphie sans fil* (*Congrès de l'Association française à Angers*, 1905 : *Mémoires*, p. 538-562).

M. le commandant du génie Ferrié a bien voulu exécuter à cette époque des expériences de vérification probantes.

Digitized by Google

saire pour le synchronisme. J'ai montré en même temps qu'au lieu de deux antennes reliées par une connexion horizontale, on peut employer des cadres fermés, et en particulier des cadres portant à leur partie supérieure un condensateur, tandis que l'appareil de production ou de réception des oscillations est placé dans le côté inférieur; le ventre de courant se trouve forcément localisé au milieu de celui-ci, puisque le condensateur localise le ventre de tension au point opposé. J'ai exposé aussi qu'il n'est pas nécessaire de maintenir entre les deux antennes une distance égale à la demi-longueur d'onde, bien que, si la distance est moindre, leurs effets utiles se détruisent en partie.

Au lieu de faire tourner le cadre autour d'un axe vertical, pour modifier la direction des ondes émises ou déterminer la direction des ondes reçues, MM. Tosi et Bellini ont fort ingénieusement associé deux cadres dirigés dans des plans perpendiculaires, et reliés à deux bobines également rectangulaires sur lesquelles agit par induction un circuit excitateur, dont l'induction mutuelle par rapport aux deux cadres peut être modifiée à volonté; ils peuvent faire tourner le plan de concentration des ondes par simple déplacement de la bobine excitatrice; mais le résultat obtenu est identiquement le même et la répartition de l'énergie est exactement la même qu'avec le cadre unique convenablement orienté.

De même, à la réception, un système de deux cadres agissant par induction sur un circuit mobile, qu'on déplace jusqu'à l'annulation de la réception, donne le même résultat qu'un cadre unique qu'on fait tourner jusqu'au minimum du courant induit, mais d'une façon bien plus commode.

La seule difficulté que présente l'application de ces dispositifs réside dans la grande dimension qu'il faut donner aux cadres pour pouvoir mettre en jeu une énergie comparable à celle des antennes simples. C'est pourquoi, toutes les fois qu'il s'agira de concentrer des ondes dans une direction *invariable*, mon dispositif à cadre unique, qui peut être établi sur deux mâts indépendants, est plus puissant que le dispositif à deux cadres.

Quant au champ interférent de M. Turpain, il n'a, je crois, qu'un rapport éloigné avec la question dont il s'agit (1).

**Industrie de la soude électrolytique. Théorie du procédé à cloche.** — Note de M. André Brochet. — Parmi les méthodes employées pour la fabrication de la soude électrolytique, la plus récente consiste à faire arriver dans le voisinage de l'anode une solution salée qui sort de l'appareil après s'être chargée de soude à la cathode. La soude libérée prend part à l'électrolyse; les premiers ions OH′ forment ainsi une *couche limite* qui tend à se diriger vers l'anode. *Si la vitesse du liquide est égale ou supérieure à celle des ions* OH′, *le rendement est théorique.*

Pratiquement, pour empêcher le chlore de réagir sur l'alcali, on emploie le *procédé à cloche*. Le compartiment anodique a la forme d'une cloche renfermant l'anode, les cathodes sont à l'extérieur et un certain nombre de ces cloches sont réunies dans un récipient commun.

Nous avons cherché à déterminer par le calcul les conditions de fonctionnement d'un tel procédé dans le cas du rendement maximum.

La vitesse d'un ion est donnée par la formule

$$v = \frac{l}{F}\frac{U}{L}.$$

La chute de tension peut être mise sous la forme

$$U = \frac{1}{\varkappa} L d_e,$$

d'où :

$$v = \frac{l}{\varkappa}\frac{d_e}{F}.$$

*La vitesse de l'anion* OH′, *et par conséquent celle du liquide, au cas où la couche limite reste stationnaire, est donc fonction de la mobilité de l'ion* OH′, *de la densité de courant auxquelles elle est proportionnelle et de la conductivité du liquide à laquelle elle est inversement proportionnelle.*

D'autre part, il est facile d'établir, comme l'a fait M. Ph.-A. Guye pour la méthode avec diaphragme, que la concentration équivalente du liquide sortant de l'électrolyseur est proportionnelle à l'intensité du courant et inversement proportionnelle au volume du liquide qui s'écoule. Si ce volume est défini par la section de la cloche et la hauteur $h$ correspondant au déplacement du liquide en une heure, la conductibilité équivalente est donnée par l'expression :

$$C = \frac{d_e \cdot 10^5}{Fh}.$$

Dans le cas où la couche limite reste en place, $h$ vitesse du liquide est égale à $v$ vitesse de l'anion OH′ et l'on a finalement :

$$C = \frac{10^5 \varkappa}{l_{\text{OH}}}.$$

*La concentration équivalente du liquide qui s'écoule de l'appareil lorsque la couche limite reste stationnaire est donc fonction uniquement de la conductivité de l'électrolyte à laquelle elle est proportionnelle et de la mobilité de l'ion* OH′ *à laquelle elle est inversement proportionnelle. Elle est indépendante de la densité de courant et de la nature de l'alcali.*

*Applications numériques.* — Si nous prenons (à 18°) deux solutions renfermant 20 pour 100 de chlorure de potassium ou de sodium et la solution saturée de chlorure de sodium, on trouve ($l_{\text{OH}} = 174$) :

(1) M. Turpain ne s'est pas occupé du champ rayonnant à grande distance, mais seulement du champ hertzien concentré entre deux fils très voisins, ainsi qu'il l'a exposé très clairement dans la *Revue scientifique* du 5 mars 1900 (fig. 6, 8, 9, 10 et 11). Ce qu'il appelle le *champ interférent*, c'est le champ obtenu entre deux fils parallèles réunis à deux plaques voisines du *même plateau* de l'excitateur de Hertz, tandis que, dans le champ hertzien ordinaire, les deux fils sont excités par les deux plateaux différents; il est aisé de voir que les oscillations, dans les deux fils du champ interférent ainsi défini, sont en *concordance de phase* et ne peuvent donc produire aucun effet de direction des ondes, c'est-à-dire *concentration* de l'énergie rayonnante au voisinage d'un plan, seul problème qu'on considère ici.

Digitized by Google

| | $\alpha_{18}$. | C. | | En g par litre. |
|---|---|---|---|---|
| KCl . . . . . | 0.2677 | 1,578 | KOH. . . | 86.15 |
| NaCl. . . . . | 0.1957 | 1,125 | NaOH . . | 45.00 |
| NaCl (sat.) . . | 0.2156 | 1,259 | NaOH . . | 49.56 |

Comme dans les procédés à diaphragme, on voit qu'il y a avantage au point de vue rendement à fabriquer de la potasse de préférence à la soude.

Étant donnée la solution de chlorure de sodium saturée à 18°, si nous utilisons une densité de courant de 1 ampère par dcm², l'application des formules précédentes nous conduit aux résultats suivants :

I. Vitesse de déplacement du liquide dans la cloche :

0,501 cm par heure.

II. Vitesse d'écoulement du liquide :

50,1 cm³ : h et par dcm² de surface horizontale de cloche.

III. Chute de tension dans la cloche (vers l'anode) :

0,046 volt par cm.

Il suffit dans un cas quelconque de multiplier une de ces trois valeurs par la densité de courant pour obtenir la valeur réelle.

*Influence de la température.* — L'action de la température est la même sur la conductibilité équivalente, la conductivité et la mobilité. Dans le cas présent, conductivité et mobilité se rapportent à des composés différents, mais dans les conditions où l'on opère : solution alcaline étendue, solution de chlorure concentrée, les coefficients de température ont sensiblement la même valeur, environ 2 pour 100 par degré, aussi bien dans le cas de la potasse que dans celui de la soude. L'influence de la température est donc insignifiante au point de vue de tout ce qui touche au rendement. Bien entendu, au point de vue de la différence de potentiel aux bornes et de la dépense d'énergie, on a intérêt à opérer à chaud.

---

*Séance du 26 octobre 1908.*

**Sur un monotéléphone de grande sensibilité et à note réglable.** — Note de M. Henri Abraham. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Sur l'induction et la cause probable des aurores polaires.** — Note de M. P. Villard. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Sur les propriétés magnétiques des radicaux métalliques oxygénés.** — Note de M. P. Pascal. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 2 novembre 1908*

**Influence de la pression sur l'ionisation produite dans les gaz par les rayons X. Courant de saturation.** — Note de M. E. Rothé. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Électromètres et électroscopes à compensation.** — Note de M. Hurmuzescu. (Voy. les *Comptes rendus.*)

**Appareil pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques à bord des bâtiments.** — Note de MM. Tissot et Félix Pellin. (Voy. les *Comptes rendus.*)

---

*Séance du 9 novembre 1908.*

**Sur la polarisation de l'homme vivant soumis à l'action du courant continu (intensité et dissipation).** — Note de M. M. Chanoz. — Les tissus de l'homme vivant *préalablement* parcourus par du courant continu sont capables de débiter une certaine quantité d'électricité. L'individu ainsi traité constitue donc une sorte d'*accumulateur électrique* particulier ayant une certaine force électromotrice $E_2$ de sens contraire à la force électromotrice $E_1$ du courant *polarisant* qui l'a engendrée.

La polarisation des tissus, envisagée déjà par du Bois-Reymond, a été estimée antérieurement, chez l'homme, supérieure à 0,2 volt (M. G. Weiss).

Dans le but de préciser la nature intime de cette polarisation et d'en rechercher l'importance au point de vue biologique et médical, nous avons entrepris une série d'expériences. Voici les premiers résultats obtenus à ce jour : 1° sur l'intensité de la polarisation *globale* de l'homme vivant; 2° sur la dissipation de cette polarisation tissulaire.

Pour mesurer $E_2$ *seule* de l'individu en expérience et connaître sa valeur à *chaque instant* à partir de la suppression du courant polarisant $E_1$, nous opérons ainsi qu'il suit :

Les deux extrémités utilisées du patient (main et main ou main et pied, etc.) plongent chacune dans un bain d'eau réuni par une électrode métallique à la batterie de 120 volts du laboratoire de M. Gouy.

Quand le courant d'intensité $i$ (réglé par un rhéostat liquide) a passé durant le temps voulu $t$, on enlève des bains les électrodes métalliques : le courant polarisant est supprimé.

Des électrodes impolarisables au calomel, convenablement disposées à l'avance, permettent de réunir très rapidement les bains considérés à un électromètre capillaire de Lippmann connecté avec un potentiomètre Carpentier.

En utilisant la méthode de compensation on peut alors, à partir de ce moment, connaître à chaque instant, et avec une approximation de $\frac{1}{10\,000}$ de volt, la force électromotrice $E_2$ du *sujet-accumulateur* en expérience.

*Résultats.* — 1. Les tissus de l'homme vivant se polarisent. La polarisation ainsi obtenue par l'action du courant continu se dissipe dans le temps, rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement ensuite suivant une courbe à peu près *hyperbolique*.

2. La vitesse de dissipation de la polarisation tissulaire de l'homme vivant paraît entièrement indépendante de la résistance ajoutée au circuit des tissus polarisés; cette vitesse est la même, que le circuit extérieur aux tissus soit ouvert ou fermé.

3. Pour des conditions données (sujet et trajet du courant polarisant) le degré $E_2$ de polarisation croît avec l'*intensité*, croît avec la *durée* du courant polarisant, mais non suivant la proportion simple.

4. Il est très probable qu'il existe un véritable *maximum* de la polarisation des tissus (comme pour la polarisation des électrodes). Peut-être ce *maximum possible*

Digitized by Google

est-il atteint dans certains accidents industriels; on ne doit pas l'obtenir, semble-t-il d'après nos essais, dans la pratique galvanothérapique où l'on utilise des *densités* électriques relativement faibles.

Nous avons expérimenté avec des intensités de courant polarisant variant de 0.5 à 31,2 milliampères; la durée des applications s'est étendue de quelques secondes à 100 minutes; la plus grande force électromotrice $E_2$ de polarisation, notée 30 secondes après la rupture du courant polarisant, a été dans nos essais de 0,75 volt environ. Dans cette même expérience, on a noté dans le temps les valeurs suivantes de $E_2$ :

| | |
|---|---|
| Après 25 secondes | 0,751 v. |
| — 5 minutes | 0,571 |
| — 10 — | 0,466 |
| — 51 — | 0,202 |

5. La polarisation de l'homme vivant croit avec la *longueur* des tissus traversés par le courant continu. (Expériences : sujets mis en série, grands et petits sujets; courant allant d'une main à l'autre, d'un pied à une main.) Mais elle ne dépend pas seulement de la longueur des tissus.

6. Si la polarisation dépend de la quantité $q$ d'électricité utilisée pour polariser les tissus, elle dépend aussi de la façon dont $q$ traverse le circuit La polarisation tissulaire (dans les limites de nos essais tout au moins) est d'autant plus forte que la durée du flux électrique est plus petite : par exemple un courant 5 fois plus fort polarise davantage (près de 2 fois plus) qu'un courant 5 fois moindre mais de durée quintuple.

**Radioactivité des eaux d'Uriage-les-Bains (Isère).** — Note de M. Paul Besson. (Voy. les *Comptes rendus.*)

## RECTIFICATIONS
### A LA
## STATISTIQUE DES STATIONS CENTRALES

La *Société pour le Travail électrique des Métaux* nous envoie les rectifications et additions suivantes, qu'elle nous prie d'insérer :

*Stations possédant des batteries T. E. M.* :

*Paris*, Société d'Éclairage et de Force par l'électricité, à Paris; — *Lille*, Société lilloise d'Éclairage électrique; — *Bordeaux*, Compagnie générale d'Éclairage de Bordeaux; — *Toulouse*, Société toulousaine d'Électricité; — *Saint-Denis*, Société d'Éclairage et de Force par l'électricité; — *Chinon*, Société de Distribution d'électricité; — *Craponne*, Station électrique; — *Fontainebleau*, Société Gaz et Eaux; — *Paris*, Compagnie parisienne de Distribution d'électricité; — *Ruches*, Secteur électrique; — *Nimes*, Société nimoise d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité; — *Boulogne-sur-Mer*, Société boulonnaise d'Éclairage et de Force par l'électricité; — *Veynes*, Boisserance, frères; — *Montrichard*, Société d'Éclairage à l'électricité de Montrichard; — *Evreux*, Compagnie continentale du Gaz; — *Plombières*, Fusion des Gaz; — *Paris*, Compagnie parisienne de Force motrice; — *Ferrière-sur-Risle*, Société Électro-Dynamique; — *Marseille*, Compagnie méridionale d'Éclairage et de Force.

## BREVETS D'INVENTION
### COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E.P.—E.S.E.), *de l'Office de Brevets d'invention* Marillier *et* Rosellet, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

388 668. — **Société Westdeutsche Thomas-Phosphat-Werke G. m. b. H.** — *Four électrique* (28 mars 1908).

9127/329 341. — **Le Roy.** — *Résistances électriques* (28 mars 1908).

388 785. — **Escare, Escare et Damey.** — *Perfectionnements aux supports de lampes électriques à incandescence* (2 avril 1908).

9114/385 580. — **Pauli.** — *Lampe électrique à incandescence* (25 mars 1908).

388 513. — **Egner et Holmstrom.** — *Système de microphone* (25 mars 1908).

388 561. — **Perego.** — *Générateur ou moteur magnéto-électrique à fer tournant* (21 mars 1908).

388 542. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnement à la construction des inducteurs cylindriques tournants* (27 mars 1908).

388 340. — **Debelmas.** — *Pile naturelle* (20 mars 1908).

9027/354 449. — **Société Ateliers de construction Oerlikon.** — *Moteur série à collecteur pour courant alternatif simple* (6 mars 1908).

9054/385 420. — **Ben Tayoux, Chauchy et Fraysse.** — *Perfectionnement se rapportant à l'accumulateur électrique sec ou liquide* (11 mars 1908).

388 420. — **Luling.** — *Commutateur électrique automatique* (21 mars 1908).

388 445. — **Société d'électricité Nil Melior.** — *Système permettant l'alimentation des bobines d'induction par des courants de nature et de tension quelconques* (25 mars 1908).

388 475. — **Lowendahl.** — *Perfectionnements aux contacts électriques glissants ou autres* (24 mars 1908).

388 524. — **Handcock, Dykes et Smith.** — *Perfectionnements apportés aux boites employées pour l'installation des fils électriques* (26 mars 1908).

388 525. — **Handcock, Dykes et Smith.** — *Perfectionnements apportés à la pose de fils électriques pour l'éclairage, pour la force motrice, pour la télégraphie et pour d'autres buts analogues* (26 mars 1908).

388 535. — **Société dite : Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Aktien-Gesellschaft.** — *Résistance sans induction pour appareils électriques de sûreté contre la foudre et la surtension* (26 mars 1908).

9080/378 485. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Dispositif pour couper et rétablir alternativement des circuits électriques surchargés* (20 mars 1908).

388 475. — **Société Badische Anilin und Soda-Fabrik.** — *Production de courants électriques à haute fréquence* (24 mars 1908).

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

65 290. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

17e Année. — N° 408. 25 Décembre 1908.

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

## REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

## ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fondée par E. HOSPITALIER

RÉDACTION
9, RUE DE FLEURUS, 9.
PARIS.

ABONNEMENTS
PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN.
UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.

ADMINISTRATION
9, RUE DE FLEURUS, 9
PARIS.
TÉLÉPHONE 704-23 ET 704-44

### SOMMAIRE

INFORMATIONS. — La nouvelle loi suisse sur l'utilisation de l'énergie hydraulique. — Station centrale municipale de Düsseldorf. — Téléphonie en Turquie. — Téléphonie en Russie. — Importation aux Indes. — Les plus grandes chaudières pour station centrale. — Réunion de la Société des ingénieurs-mécaniciens américains. . . . . 597

NÉCROLOGIE. — Ed. Ayrton. **A. S.** . . . . . 598

CHEMIN DE FER A COURANT ALTERNATIF SIMPLE. — Locarno — Ponte-brolla — Bignasco. **A. Z.** . . . . . 599

ARC AU MERCURE EN TUBES DE QUARTZ. **A. Bainville.** . . . . . 604

COMMANDE ÉLECTRIQUE DES LAMINOIRS. **E.-J. Brunswick.** . . . . 605

LE GRISSONATEUR. **M. N.** . . . . . 608

INFLUENCE DE L'AUGMENTATION DE TENSION SUR LA DURÉE DE VIE DES LAMPES A INCANDESCENCE A FILAMENTS MÉTALLIQUES. **F. L** . . . 609

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Séance du 9 novembre* 1908 : Sur un monotéléphone à note réglable.. **A. Blondel.** . . . . . 612

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. — *Séance du 2 décembre* 1908 : État actuel de l'industrie du chlore et des alcalis électrolytiques. **Brochet.** — Nouveau monotéléphone de grande sensibilité et à note réglable. **Abraham.** — Système de télégraphie sans fil dirigeable Bellini-Tosi. **Tosi** . . . . . 612

BIBLIOGRAPHIE. — Unités électriques, par le comte de Baillehache. **A. Soulier.** . . . . . 615

BREVETS D'INVENTION . . . . . 614

CHRONIQUE COMMERCIALE. — Cours des métaux (décembre 1908). 615

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE. — *Assemblées générales.* — Compagnie française des métaux. . . . . 616

TABLE DES MATIÈRES. . . . . 617

***MM. les Abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.***

***Tout ce qui concerne la Direction et l'Administration, doit être adressé à* M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

***Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à* M. Alf. SOULIER, 9, rue de Fleurus, Paris.**

### INFORMATIONS

**La nouvelle loi suisse sur l'utilisation de l'énergie hydraulique.** — Le gouvernement suisse vient de soumettre à un referendum (le 20 octobre) un projet de législation fédérale des chutes d'eau. L'arrêté suivant a été adopté par le peuple suisse à une forte majorité :

« L'utilisation des forces motrices hydrauliques est placée sous la haute surveillance de la Confédération.

« La législation fédérale édictera les dispositions générales nécessaires pour sauvegarder l'intérêt public et pour assurer l'utilisation rationnelle des forces motrices hydrauliques. Ces dispositions tiendront compte, dans la mesure du possible, des intérêts de la navigation intérieure. Sous réserve de ces dispositions, il appartient aux cantons de régler l'utilisation des forces motrices.

« Cependant, lorsqu'une section de cours d'eau dont l'utilisation est revendiquée pour créer une force motrice hydraulique relève de la souveraineté de plusieurs cantons et qu'une entente entre ces cantons touchant une concession commune n'a pu intervenir, il appartient à la Confédération d'octroyer la concession. Il lui appartient également de le faire, après avoir entendu les cantons intéressés, lorsqu'il s'agit d'un cours d'eau formant la frontière du pays.

« Les droits et redevances à payer pour l'utilisation des forces hydrauliques appartiennent aux cantons ou aux ayants-droit, suivant la législation cantonale.

« La Confédération fixe, après avoir entendu les cantons intéressés et en tenant équitablement compte de leur législation, les droits et redevances dus pour les concessions qu'il lui appartient d'octroyer. Les cantons déterminent, dans les limites à fixer par la législation fédérale, les droits et redevances à payer pour les autres concessions. La dérivation à l'étranger d'énergie produite par la force motrice hydraulique ne pourra s'effectuer qu'avec l'autorisation de la Confédération.

« Dès l'entrée en vigueur du présent article, la future législation fédérale sera réservée dans toutes les nouvelles concessions hydrauliques. La Confédération a le droit d'édicter des dispositions législatives sur le transport et la distribution de l'énergie électrique.

« Le Conseil fédéral est chargé de l'exécution du présent arrêté. ». F. L.



Digitized by Google

**Station centrale municipale de Düsseldorf** (*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 17 septembre). — Les renseignements suivants sont extraits du rapport sur l'exercice 1907, terminé le 31 mars 1908.

La puissance des machines de la station centrale (à courants triphasés) est de 11 210 kw, dont 310 sont employés pour la condensation et l'excitation. La station centrale alimente six sous-stations ayant des machines secondaires d'une puissance de 7225 et 2006 kw d'accumulateurs.

Le réseau de distribution comporte 565,7 km de câbles à courant continu et 106,4 km de câbles à courant triphasé; les appareils branchés sont :

| | |
|---|---|
| 112923 lampes à incandescence | 6 119,81 kw. |
| 4101 lampes à arc | 1 600,15 |
| 117 appareils divers | 515,17 |
| 1070 moteurs | 5 456,86 |
| 280 moteurs de tramways | 4 876,20 |
| 2618 lampes à incandescence pour voitures | 140,06 |
| Total | 16 508,25 kw. |

Les clients peuvent se diviser en groupes comme il suit : habitations, 2630 kw; magasins, 1681; bureaux, 554; fabriques, 289; hôtels, 779; églises, écoles, établissements de sport, 918; hôpitaux, 278; gares, 317; éclairage des rues, 227; consommation de la station et des sous-stations, 65; moteurs, 3772; tramways, 5016.

L'usine a produit 10 449 775 kw-h pour la lumière et les moteurs, et 4 226 559 kw-h pour les tramways.

La consommation de charbon a été de 1,680 kg par kw-h, la consommation d'huile fraîche et d'huile épurée réemployée de 1724 gr par kw-h (0,16 centime).

Les pertes se répartissent comme il suit : canalisation principale, y compris éléments de réduction et transformateurs 15,08 pour 100; accumulateurs 2,25 pour 100; réseau de distribution, 8,55 pour 100.

Le tableau suivant donne la durée annuelle de fonctionnement par kw installé.

| | Puissance installée en kw. | Énergie fournie annuellement par kw installé en kw-h. |
|---|---|---|
| *a.* Éclairage privé : | | |
| Habitations | 2 650,42 | 152,5 |
| Magasins | 1 681,19 | 442,5 |
| Bureaux | 535,94 | 510,9 |
| Fabriques et entrepôts | 289,19 | 572,1 |
| Restaurants | 779,55 | 648,5 |
| Églises, écoles, etc. | 918,08 | 145 |
| Hôpitaux | 278,60 | 624,9 |
| Gares, chemins de fer et tramways | 317,10 | 2659,1 |
| Total | 7 427,75 | |
| *b.* Éclairage des rues | 227,19 | 2824,0 |
| *c.* Moteurs et appareils | 3 772,05 | 883,9 |
| *d.* Tramways | 5 016,56 | 771,4 |
| *e.* Propre consommation | 64,92 | 5101,0 |
| Total général | 16 508,25 | |

Les frais par kw-h produit sont les suivants :

| | |
|---|---|
| Charbon, huile, entretien des machines | 3,50 |
| Salaires, traitement | 2,71 |
| Entretien des bâtiments, du réseau, des accumulateurs | 0,56 |
| Total | 6,37 |

Les frais de l'énergie par kw-h utile vendu se sont élevés à 7,9 centimes, les recettes ont été de 20,75 centimes par kw-h. F. L.

**Téléphonie en Turquie.** — Ainsi que l'annonce l'*Electrical Review* de Londres, le gouvernement turc se propose de soumettre à une adjudication internationale l'établissement d'un réseau téléphonique. L'entreprise qui fera les meilleures conditions obtiendra un monopole. F. L.

**Téléphonie en Russie.** — D'après l'*Electrotechnische Zeitschrift*, la ville de Saint-Pétersbourg consacrera une somme de 7,5 millions de fr à l'installation d'un réseau téléphonique; la ville doit, à cet effet, émettre un emprunt. F. L.

**Importation aux Indes** (*Electrotechnische Zeitschrift* du 10 septembre). — L'électricité se développe dans de grandes proportions dans les Indes anglaises; on construit des usines centrales hydraulico-électriques en grandes quantités et en outre les tissages et les filatures emploient de plus en plus du matériel électrique. La plupart des machines proviennent d'Angleterre.

| | Valeur de l'importation en 1905-1906. | en 1906-1907. |
|---|---|---|
| Appareils d'éclairage | 2 920 500 fr | 3 926 825 fr |
| Machines électriques | 3 963 850 | 4 506 800 |
| Instruments et appareils | 5 133 150 | 9 296 475 |
| Matériel télégraphique | 600 | 247 450 |

F. L.

**Les plus grandes chaudières pour station centrale** (*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 20 août). — La station centrale de Chemnitz (Saxe) a commandé à la fabrique saxonne de machines, deux chaudières ayant chacune 600 m² de surface de chauffe et pouvant fournir 8000 kg de vapeur à l'heure. Les chaudières les plus grandes actuellement en service dans des centrales en Allemagne, ont 500 m² de surface de chauffe et peuvent fournir 6000 kg de vapeur à l'heure. F. L.

**Réunion de la Société des ingénieurs-mécaniciens américains.** — La réunion annuelle de l'American Society of Mechanical Engineers a eu lieu, du 1er au 4 décembre, à New-York. D'après l'ordre du jour, on s'est occupé principalement des aéroplanes et des dirigeables, ainsi que des avantages de l'emploi de la vapeur sursaturée et surchauffée. F. L.

## NÉCROLOGIE

### ED. AYRTON

Cette année encore, la science vient de faire une nouvelle et grande perte avec le professeur Ayrton, décédé dernièrement en Angleterre.

Ayrton, dont le nom est resté associé à celui de Perry pour un grand nombre de travaux, était bien connu de tous les ingénieurs-électriciens.

Né en 1847 à Londres, il fut tout d'abord l'élève de Kelvin, alors sir William Thomson, et se spécialisa dans les questions de télégraphie électrique. Il partit en 1873 pour le Japon où il fonda un laboratoire, lequel, au dire du professeur Perry, son collaborateur, éclipsait par son admirable organisation les laboratoires de Kelvin, Helmholtz et Clerk-Maxwell. Il revint en 1878 en Angleterre, où il fut nommé professeur de physique à l'école technique de Finsbury; en 1881 il devint professeur au collège de Kensington où la mort est venue le surprendre.

Les travaux d'Ayrton sont considérables, ils sont résumés dans plus de 50 communications faites à l'*Institution of Electrical Engineers* et nos lecteurs n'ont certainement pas oublié les intéressantes recherches présentées par lui au Congrès de 1900 notamment celles entreprises avec Mme Ayrton sur l'arc électrique. Avec Ayrton disparaît un travailleur acharné et un des pionniers de la science électrique. A. S.

Digitized by Google

# CHEMIN DE FER A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

## LOCARNO—PONTEBROLLA—BIGNASCO

Généralités, tracé et ligne de contact. — Le chemin de fer à voie étroite à courant alternatif simple reliant Locarno-Pontebrolla-Bignasco, est en exploitation depuis l'automne 1907. Cette ligne de chemin de fer ainsi que celle à voie normale Seebach-Wettingen, qui fonctionne depuis décembre 1907, sont les deux seules qui jusqu'à présent soient exploitées en Suisse par courant alternatif simple. Le fait que cette installation est la première, — abstraction faite de la ligne Seebach-Wettingen, — dans laquelle on a employé la prise de courant à antenne système Oerlikon, et par conséquent une disposition du fil de contact à côté de la voie sur tout le parcours, offre un intérêt tout particulier, ce qui nous a engagé à la décrire.

Le chemin de fer à voie étroite Locarno-Pontrebolla-Bignasco a été établi pour réunir la Vallemaggia, laquelle comme importance est la seconde vallée du canton de Tessin, à Locarno et à ses environs, ainsi que pour desservir, sur le parcours de Locarno à Pontrebolla, les

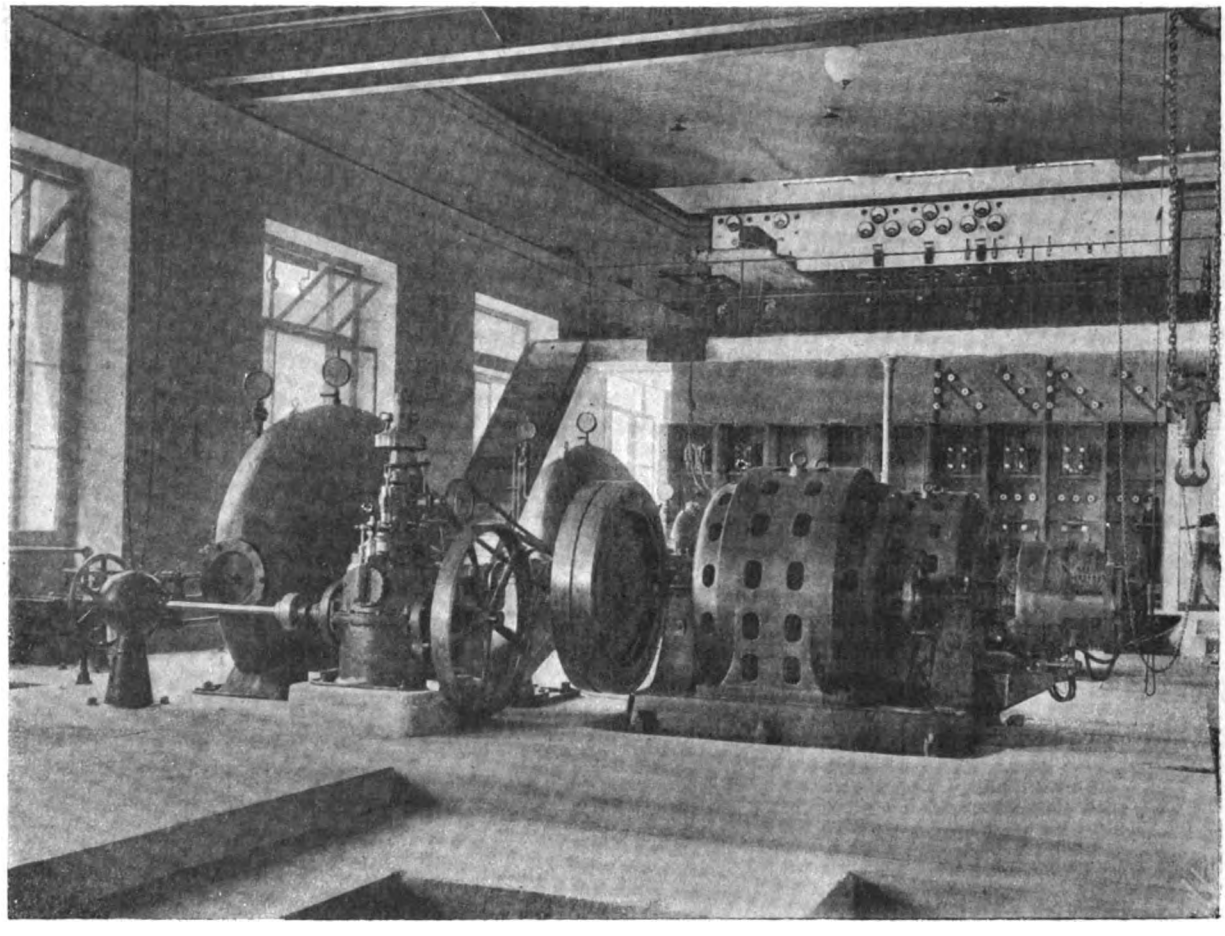


Fig. 1. — Vue intérieure de la station centrale de Pontebrolla.

vallées de Melezza et de Onsernone. La Vallemaggia est parcourue dans toute sa longueur par une route dont le rapport des pentes et des directions n'est nullement approprié pour un service de traction, par le fait qu'elle suit trop les irrégularités du terrain.

En tenant compte de ces conditions défavorables, il était préférable de prévoir un tracé spécial pour le chemin de fer; ce tracé fut établi de manière à réduire les pentes trop fortes et à obtenir une pente sensiblement égale sur tout le parcours de la ligne. Ces dispositions permirent de raccourcir la durée du trajet et de diminuer les frais d'exploitation. Il en résulta, il est vrai, des frais d'installation élevés, mais qui furent largement compensés par les deux avantages précités. La construction de la ligne offrit de très grandes difficultés, principalement aux endroits où les flancs de la montagne étaient rocheux et descendaient en pente raide jusqu'au lit de la rivière, ou encore dans les endroits où il fut nécessaire de construire des digues de protection contre les hautes eaux de la Maggia et de ses affluents.

La ligne d'une longueur totale de 27,3 km dont 8 km de palier seulement comporte douze stations; la distance

Digitized by Google

minimum qui les sépare est de 910 m, la distance maximum 3441 m.

*Voie.* — La voie se compose de rails Vignole de 12 m de longueur et d'un poids linéaire de 22,7 kg : m.

Les rails sont supportés dans les parties droites par 15 traverses, dans les courbes par 18. L'angle des aiguilles mobiles est de 1 : 7 en campagne ; en ville, où la vitesse des trains est plus faible, on a adopté des angles de 1 : 5.

Le courant employé est du courant alternatif simple de 5000 volts et 20 périodes par seconde, engendré dans la station centrale de Pontebrolla dont nous donnerons une description plus bas.

*Ligne.* — La ligne de contact longe constamment la voie sur le côté gauche (en partant de Locarno) et est montée de telle sorte que dans les stations et les tunnels le contact se fasse sous le fil, l'antenne travaillant alors dans la même position qu'un archet ; en campagne le contact se fait sur le côté du fil. Les diverses positions de l'antenne se devinent au seul aspect de la figure 6 sans que nous ayons besoin d'insister.

La ligne de contact est formée par un fil de cuivre de 50 mm² de section. La hauteur du fil au-dessus de la voie ferrée est de 4,1 m à 4,7 m en campagne, de 5,3 m aux passages à niveau, de 4,5 m à 5,5 m dans les stations et de 4,5 m dans les tunnels.

Dans les sections et les tunnels la suspension se fait par des fils de support transversaux au moyen de serre-fils situés à peu près au-dessus du milieu de la voie, en campagne également par des serre-fils fixés à des consoles, et distants de 50 cm à 1 m de l'axe de la voie.

Dans les stations à plusieurs voies, le système de suspension doit offrir une sécurité toute spéciale. Pour ne pas charger outre mesure le fil tendeur de 6 mm auquel sont fixés les fils de contact, et pour pouvoir maintenir ces derniers à une hauteur égale, on a prévu en dessus du fil tendeur, qui est presque horizontal, un second fil de suspension avec une flèche sensiblement plus grande. Ce fil de 6 mm, réuni en sens vertical au fil tendeur, supporte le poids du fil de contact et des fils de suspension verticaux. En prévoyant ces fils de jonction verticaux suffisamment longs, il est très facile de régler la hauteur des différents fils de contact. Le fil tendeur n'a donc pour but que de maintenir la distance des fils de contact entre eux.

Les fils de suspension et fils tendeurs sont fixés à des poteaux de bois de 9 m de hauteur munis d'ancrages et en sont isolés. Les isolateurs sont fixés à des consoles en fonte d'acier vissées au poteau.

Le fil de suspension porte les étriers de support composés en partie d'acier rond, en partie de tubes de fer étiré, et qui sont soit de forme angulaire ou triangulaire, soit en forme d'anneau ; ces étriers portent les coulisses de serrage qui sont réglables d'après la position du fil de contact par rapport à l'antenne.

Dans les tunnels le dispositif de suspension du fil se compose de supports d'isolateurs, d'isolateurs et d'un fil d'acier galvanisé portant l'étrier de support.

En campagne le fil de contact est supporté par des consoles fixées à des poteaux de bois de 6,5 à 9 m de hauteur. Parmi ces consoles citons celles qui sont employées aux passages à niveau et qui se distinguent des autres parce qu'elles se composent de tuyaux à gaz au lieu de fer plat et qu'elles sont, ainsi que leur ancrage, isolées du poteau qui les supporte. Le fil de contact est fixé directement à la console par des serre-fils. Aux autres consoles, l'isolateur qui supporte le fil de contact est fixé à l'extrémité de celles-ci.

Les isolateurs sont les mêmes que ceux qui ont été employés pour la ligne de Seebach-Wettingen ; ils portent un chapeau de fonte les protégeant contre la pluie et contre les dommages provenant des causes extérieures (jet de pierres, etc.). Tous ces isolateurs ont été essayés à 30 000 volts. Les isolateurs sont fixés à des douilles dans lesquelles ils peuvent tourner et supportent le fil de contact par des raccords réglables, La distance qui sépare deux points de suspension consécutifs est en général de 30 m ; elle est toutefois réduite, pour les passages à niveau proportionnellement à la largeur de ceux-ci, et pour les courbes proportionnellement au rayon de courbure. La distance entre deux points de suspension est par exemple de 15 m dans des courbes dont le rayon de courbure est de 100 m. Dans les tunnels cette distance est même réduite à 12 m.

La distance entre les poteaux et la voie est de 2,1 m ou davantage dans les courbes. Tous les poteaux sont bétonnés dans le sol.

La ligne est divisée en sept segments et le fil de contact coupé en six points, savoir à Pontebrolla, Gordevio, Maggia, Coglio, Riveo et Cevio. La jonction entre les différents segments est assurée par des interrupteurs de ligne à cornes pouvant se fermer ou s'ouvrir automatiquement ou pouvant être manœuvrés à main au moyen d'une manivelle. Chaque segment est protégé par des parafoudres contre les décharges atmosphériques. Comme pour la ligne de Seebach-Wettingen, on a prévu, pour le déclenchement des interrupteurs de ligne, une conduite auxiliaire formée d'un fil de fer galvanisé de 2 mm. Elle part de Locarno pour aboutir à Bignasco et est également divisée en sept segments. Cette conduite auxiliaire est supportée par des isolateurs à basse tension, fixés aux poteaux de la ligne de contact à une hauteur d'environ 4,5 m ; dans les stations elle croise aussi les voies. Tous les supports d'isolateurs à haute tension y sont réunis par l'intermédiaire d'un appareil spécial révélant les défauts d'isolation.

Le fil auxiliaire de déclenchement de chaque segment est relié à l'interrupteur de ligne automatique correspondant.

L'appareil révélateur précité se compose d'un tube isolant hermétiquement fermé à ses deux extrémités par une capsule métallique. Les deux capsules métalliques sont réunies, à l'intérieur du tube, par un fil de cuivre.

Digitized by Google

L'une d'elles est réunie au fil de déclenchement, l'autre au support de l'isolateur ou à la console. Si un courant, même de quelques ampères seulement, passe par l'appareil, le fil de cuivre fond à l'intérieur du tube; l'air renfermé dans le tube s'échauffe par l'étincelle et acquiert une puissance explosive assez grande pour projeter au loin et avec détonation les capsules métalliques.

Si donc un isolateur quelconque est défectueux, il passe un courant par le support de l'isolateur ou par sa console, par l'appareil révélateur et par le fil de déclenchement, ce qui produit le déclenchement de l'interrupteur de ligne (ce courant en question ne peut pas passer directement à la terre, car par l'emploi de poteaux de bois on intercale une résistance assez forte entre les supports d'isolateurs et la terre). En même temps l'explosion du tube se produit, laissant l'une des capsules métalliques fixée à la tige de l'isolateur ou à sa console et l'autre au fil de déclenchement; il est donc très facile de reconnaître l'isolateur défectueux.

En cas de rupture d'un fil, il est de même nécessaire de mettre immédiatement hors de service le segment correspondant du fil de contact. On a prévu dans ce but un dispositif mécanique et électrique qui se compose en principe d'un fil relié solidement à l'isolateur. Comme nous l'avons dit plus haut, l'isolateur peut tourner sur la douille qui le supporte. Ce mouvement de rotation intervient dès que la rupture du fil s'est produite, car le fil de contact qui est relié à l'isolateur du côté opposé exerce l'effort de traction. Par ce mouvement de rotation le segment de fil fixé au fil de contact vient buter contre l'une ou l'autre des branches d'une fourchette métallique réunie à la console supportant l'isolateur et établit ainsi la connexion entre le fil de contact et le fil de déclenchement, d'où s'opère le déclenchement de l'interrupteur de ligne.

La conduite de retour est formée par les rails. Pour diminuer en partie la résistance de cette conduite, on a enduit les surfaces de contact des rails et des pattes d'une matière bonne conductrice et protectrice contre la rouille.

Station génératrice de Pontebrolla. — La station génératrice de Pontebrolla fut, au début, prévue pour l'alimentation des réseaux de force motrice et d'éclairage de Locarno.

Elle comprenait alors une conduite d'eau, deux groupes hydro-électriques de 450 poncelets chacun, engendrant du courant triphasé, et un groupe d'excitation. L'alimentation du chemin de fer exigea un agrandissement de cette station. On installa donc une seconde conduite d'eau et deux nouveaux groupes hydro-électriques de 450 poncelets chacun, servant exclusivement à l'alimentation du réseau de traction. On profita de ces modifications pour remplacer l'ancien tableau à courant triphasé par un nouveau tableau installé suivant les perfectionnements modernes.

La prise d'eau se fait sur la rive droite de la Maggia. Un canal d'amenée débitant 6 mètres cubes d'eau par seconde et construit en partie à ciel ouvert, en partie en galerie, réunit le barrage au château d'eau. Ce dernier se compose de deux chambres de départ pour deux conduites et est muni d'un canal de décharge et d'une vanne de curage.

La chute nette varie de 34,8 à 37,3 m suivant la hauteur des eaux. La hauteur d'aspiration est de 6 m à

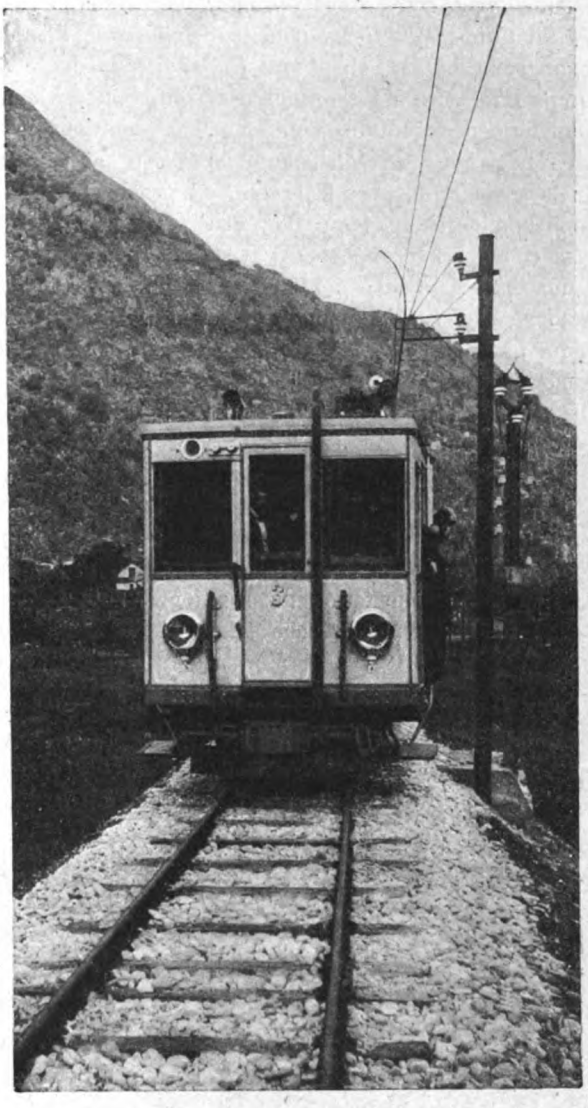


Fig. 2. — Vue d'une section de voie près de Maggia.

l'étiage. La conduite mesure 600 mm de diamètre à l'entrée de la turbine; le diamètre de la conduite d'aspiration est de 650 mm. Pour obtenir une compensation de pression, la roue-turbine est montée entre deux chambres de pression et peut subir avec son arbre un mouvement de va-et-vient de quelques millimètres, dans le sens de l'axe. Les pressions varient par suite dans les chambres précitées suivant la charge et établissent ainsi l'équilibre. Pour égaliser le vide de chaque côté de la roue-turbine, et pour diminuer la pression axiale résultante sur les paliers, on a prévu un canal de tirage débouchant dans le canal d'aspiration immédiatement derrière la roue-tur-

Digitized by Google

bine. Le réglage de la roue conductrice se fait par des aubes mobiles du système Bell.

Un régulateur à huile sous pression assure le réglage automatique de la turbine.

Les exigences auxquelles devait répondre le réglage automatique des turbines exclusivement réservées au service de traction étaient très serrées.

Pour ne pas créer dans la conduite des différences de pression qui eussent exigé pour leur égalisation l'emploi d'appareils coûteux, on ne put pas choisir la durée du temps inférieure à 4 secondes nécessaire au régulateur pour fermer la conduite d'admission. Les conditions réclamées pour un bon réglage automatique furent remplies de la manière la plus favorable, en proportionnant le moment d'inertie aux temps de réglage relativement court. Dans ce but les accouplements élastiques furent pourvus d'anneaux pesant environ 1100 kg et servant de volants. Un bandage d'acier, calculé pour une charge de 150 kg : cm², donne toute sécurité en cas d'emballement. La charge du bandage a été calculée à 450 kg : cm² pour la mise à chaud, de telle sorte que dans le cas le plus défavorable la pression ne dépassera pas 600 kg : cm².

Le régulateur à huile sous pression se compose en principe de deux jeux d'engrenages enfermés dans des boîtes de protection et chassant l'huile contre la soupape de réglage. Suivant la position des leviers à poids, il se produit une augmentation de pression sur l'un ou sur l'autre des jeux d'engrenage; de cette augmentation résulte l'arrêt du mouvement de rotation de l'engrenage en question et l'accélération du mouvement de l'autre rouage par l'intermédiaire d'un mécanisme différentiel; il en résulte une rotation de l'arbre de réglage. En marche normale la soupape se trouve dans sa position médiane, et l'arbre de réglage est au repos. La plus petite variation du nombre de tours déplace la soupape et donne un mouvement de rotation à l'arbre de réglage; le fonctionnement de ce régulateur est donc le même que celui d'un régulateur hydraulique.

Le grand avantage de ce régulateur consiste en ce qu'il permet d'obtenir un réglage aussi rapide qu'avec un régulateur hydraulique sans que l'on courre les risques de perturbations provenant d'eau limoneuse ou contenant du sable. Il évite en outre l'emploi de pompes et de réservoirs d'air spéciaux.

Les générateurs à courant alternatif simple accouplés aux turbines ont une puissance de 580 kv-a avec cos $= 0{,}8$. Ils peuvent fournir 450 kv-a pendant deux heures et 550 kv-a pendant peu de temps. Le courant à 5000 volts et 20 périodes par seconde des générateurs est directement amené à la ligne de contact.

Les excitatrices sont directement accouplées aux générateurs. On a toutefois prévu, pour plus tard, l'installation d'une nouvelle excitatrice accouplée à une turbine.

La très faible chute de tension de ces générateurs les rend particulièrement intéressants.

Comme nous l'avons dit plus haut, on a profité des

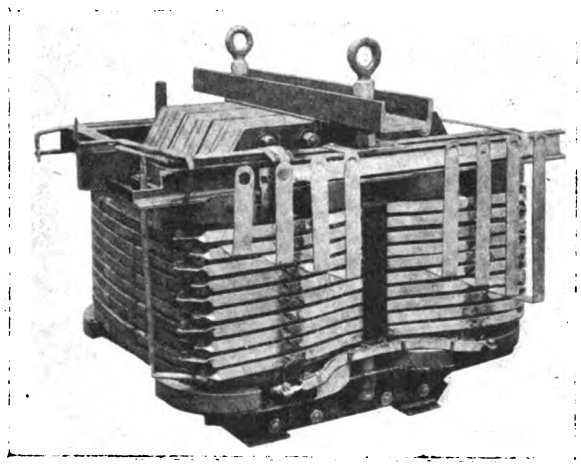


Fig. 3. — Transformateur de 90 kv-a.

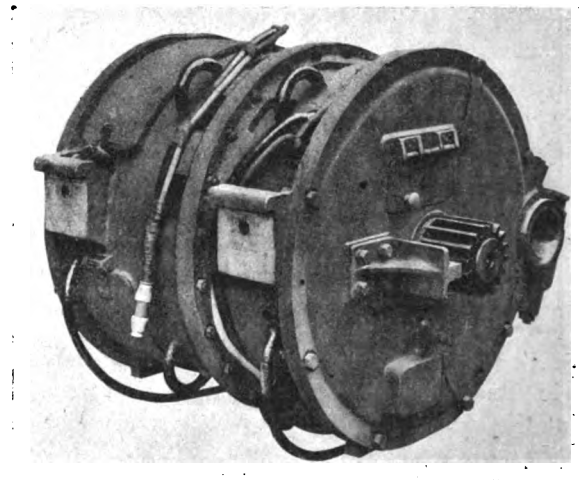


Fig. 4. — Moteur Oerlikon à courant alternatif simple de 50 kw.

changements apportés dans cette installation pour modifier complètement la disposition des tableaux de distribution. L'ancien tableau à courant triphasé fut remplacé, et on adopta pour la nouvelle installation de l'appareillage le système de cellules; l'appareillage est aménagé pour permettre un service facile du réseau triphasé et du réseau à courant alternatif simple.

Voitures automotrices. — Les voitures automotrices sont munies de deux bogies réunis par des poutres métalliques rivées ensemble, portant la crapaudine du pivot et les ressorts doubles supportant la voiture. Les châssis des bogies sont contrebalancés par des ressorts feuilletés s'appuyant d'une part contre les ressorts doubles précités et d'autre part contre les paliers des roues. On n'a prévu que des freins mécaniques commandés soit à main, soit automatiquement par de l'air comprimé (système Bocker). Chaque bogie est pourvu de huit sabots. Grâce à la

Digitized by Google

pente très faible de la voie, il n'a pas été nécessaire de prévoir un frein électrique.

Comme on l'a dit plus haut, la tension du réseau est de 5000 volts; le réseau urbain actuellement en construction sera alimenté par du courant à 800 volts. On a, dans ce but, monté sur chaque voiture deux transformateurs à bain d'huile de 90 kv-A chacun. Ils sont montés au milieu de la voiture, symétriquement par rapport au grand axe de cette dernière, et sont fixés au châssis par des fers à T et des fers plats. Les enroulements à haute tension des transformateurs sont connectés en série et divisés en neuf sections de bobines. Les enroulements à

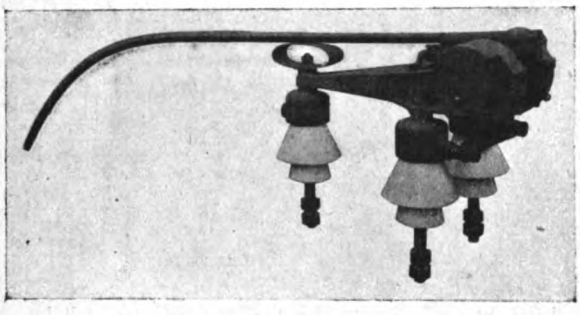


Fig. 5. — Vue d'ensemble de la prise de courant latérale.

basse tension sont pourvus de huit prises de courant auxiliaires, permettant de faire varier la tension en intervalles de 28 volts, entre 200 et 400 volts environ. Lorsque la marche se fait à la tension de 800 volts, on envoie le courant directement dans l'enroulement secondaire du tranformateur qui travaille alors comme auto-transformateur.

Chaque bogie porte deux moteurs-série Oerlikon de 30 kilowatts chacun, qui s'appuyent d'un côté sur des ressorts, de l'autre côté sur l'axe des roues. Le mouvement est transmis aux roues par un engrenage simple avec rapport de transmission de 13 : 67. Les quatre moteurs dont chaque voiture est équipée sont capables d'entraîner un train pesant 55 tonnes avec une vitesse de 18 km à l'heure sur pente de 55 pour 1000 et avec une vitesse de 30 km à l'heure en palier.

Le stator possède, outre l'enroulement qui crée le champ, un enroulement de compensation. Le rotor porte un enroulement imbriqué à six pôles, avec fils de compensation, et est réuni au combinateur par des connexions n'offrant qu'une très faible résistance. Il porte en outre des pôles auxiliaires, autrement dit un enroulement de commutation. Les moteurs ont été essayés à 1500 volts.

Chaque voiture est équipée de deux compresseurs commandés directement par les moteurs d'un bogie au moyen d'un jeu d'engrenages. Les deux compresseurs travaillent en parallèle sur le réservoir auxiliaire, et de là sur le réservoir principal dans lequel règne une pression de 4 kg : cm².

Les résistances sont montées sous la voiture.

Chaque voiture automotrice porte trois prises de courant. L'une de celles-ci est montée au milieu du toit de la voiture et se compose d'un archet qui peut être rabattu complètement, et qui n'est utilisé que pour la traction sur le réseau urbain. Les deux autres prises de courant sont des antennes, système Oerlikon, et sont connectées en parallèle; elles sont utilisées pour la marche sur le réseau à 5000 volts.

L'antenne est combinée avec un ressort en spirale qui est chargé de la presser fortement contre le fil de contact. Le ressort est calculé et disposé de façon à développer une tension constante d'environ 3 kg pour toutes les positions de l'antenne. La mise en contact de l'antenne se fait de la plate-forme au moyen d'un volant à main. Chaque antenne peut être commandée indépendamment l'une de l'autre de la plate-forme au-dessus de laquelle elle est montée. Les deux antennes peuvent en outre être verrouillées mécaniquement et être commandées de l'une ou l'autre des deux plate-formes.

Un verrouillage pneumatique empêche de mettre l'antenne en contact tant que la chambre à haute tension est ouverte, et inversement cette chambre ne peut être ouverte tant que l'antenne appuie contre le fil de contact.

Il n'a pas été nécessaire de prévoir un déplacement latéral de l'antenne comme on l'a fait pour la ligne Seebach Wettingen, le fil de contact n'ayant lui-même de grands déplacements latéraux en aucun endroit du trajet.

L'antenne est formée par un tube d'acier avec revêtement de laiton facilement remplaçable.

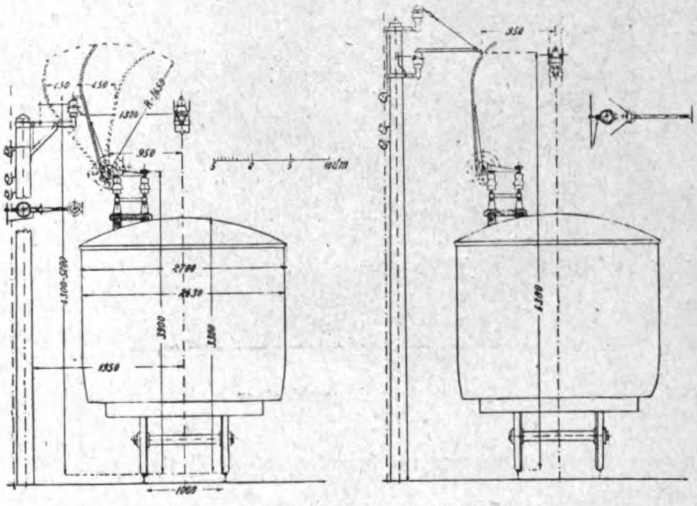


Fig. 6. — Disposition de la ligne de contact et de la prise de courant latérale.

L'archet dont nous avons parlé plus haut se compose de deux barres de contact, manœuvrées depuis le compartiment de la voiture réservé aux bagages; cette commande se fait par corde. On a prévu, pour cet archet, le même verrouillage que précédemment entre la chambre à haute tension et l'antenne.

Cette chambre, complètement fermée, contient tous les appareils à haute tension, tant pour celle du réseau

Digitized by Google

en campagne que pour celle du réseau urbain. La cellule supérieure de cette chambre est en fibro-ciment et contient les coupe-circuits à huile à haute tension, les bobines de self-induction et les deux parafoudres pour 500 et 800 volts. Des coupe-circuits le courant est amené aux interrupteurs automatiques qui sont munis d'une commande à main et qui peuvent être commandés au moyen d'un dispositif pneumatique depuis les plate-formes. Le déclenchement électromagnétique se fait par

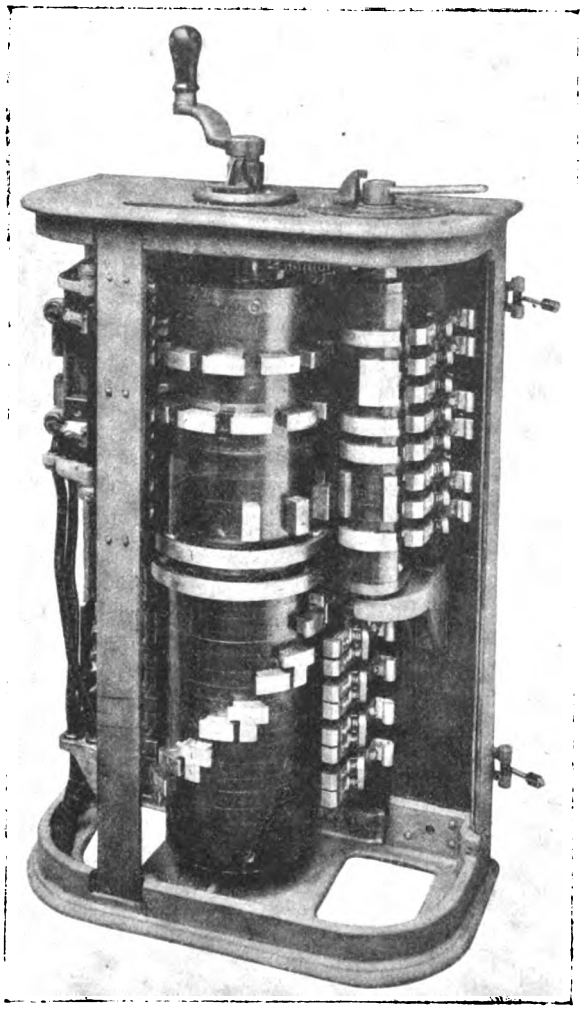


Fig. 7. — Vue intérieure du combinateur.

un solénoïde alimenté par un transformateur d'intensité particulier.

On a prévu une série de ces appareils pour 5000 volts et une autre pour 800 volts. Les interrupteurs sont verrouillés de manière à empêcher un déclenchement simultané.

La commande pneumatique des interrupteurs se fait de la plate-forme par l'intermédiaire d'une valve qui prend les positions correspondant à l'enclenchement et au déclenchement des deux interrupteurs.

Après les interrupteurs à haute tension, le courant traverse les enroulements primaires des deux transformateurs connectés en parallèle, et de là se rend à la terre. Les transformateurs sont munis de prises de courant spéciales pour l'éclairage et pour la commande du dispositif indicateur du tachymètre ainsi que pour le chauffage. La tension est de 55 volts pour le premier cas, de 8 volts pour le second et de 200 volts pour le troisième.

Les combinateurs sont munis de huit positions de marche, pour marche avant et marche arrière, correspondant aux huit prises de courant des transformateurs. Le changement du sens de marche se fait au moyen d'un commutateur cylindrique spécial.

Les voitures sont équipées de sablières pneumatiques.

Outre les contrôleurs, les valves de freinage, les valves des interrupteurs et le frein à main, les plate-formes contiennent encore les instruments de mesure pour l'intensité et la tension, une lampe à incandescence servant de révélateur de tension, les interrupteurs pour le chauffage et l'éclairage, le volant de commande à main de l'antenne, et un tachymètre. A. Z.

## ARC AU MERCURE EN TUBES DE QUARTZ

On a observé que le rendement de l'arc au mercure s'améliore quand on augmente dans de certaines limites la température de la vapeur. Comme les tubes de verre habituellement employés ne permettent pas d'atteindre la température correspondant au meilleur rendement, on a imaginé de leur substituer les tubes de quartz fondu qui, comme on sait, s'obtiennent maintenant d'une façon courante.

A vrai dire, la lampe à vapeur de mercure en tube de quartz avait déjà été réalisée; mais elle n'était pas entrée dans le domaine de l'éclairage et on ne l'utilisait que pour sa richesse en rayons ultra-violets.

Les qualités physiques du quartz donnent à cette nouvelle lampe des propriétés intéressantes qui nous sont signalées dans l'*Elektrotechnischer Anzeiger* par M. Oskar Bussmann.

Nous ne ferons que citer la diminution de fragilité de la lampe, qui est due en majeure partie à la dilatation presque nulle du quartz, pour aborder l'examen des avantages qui résultent de l'emploi d'une substance dont le point de fusion est élevé. De ce fait, non seulement le rendement lumineux de l'arc au mercure est augmenté; mais, aux températures élevées où l'on peut alors opérer, la tension de vapeur du mercure augmente, il y a probablement ionisation de cette vapeur et la conductibilité se modifie; il en résulte qu'on peut employer des tubes de diamètre plus petit et de plus faible longueur. Ainsi, alors que le diamètre du tube de verre de la lampe de 220 volts est d'environ 19 mm, celui du tube de quartz peut être réduit à 10 ou 15 mm; la longueur varie, suivant la tension, de 60 à 120 mm, ce qui ramène

Digitized by Google

la lampe à des dimensions analogues à celles des foyers ordinaires, diminuant encore très notablement sa fragilité. Cet avantage est acquis, bien entendu, par l'augmentation d'éclat de la lampe, ce qui peut constituer un inconvénient, bien qu'on soit toujours obligé de placer la lampe dans des enveloppes diffusantes, absorbant les rayons ultra-violets; mais il faut ajouter qu'en même temps il y a amélioration de la composition de la lumière émise qui passe du bleu violet au vert jaune.

La nouvelle lampe à vapeur de mercure est constituée, avons-nous dit, par un tube de 15 mm de diamètre, d'une longueur de 60 à 120 mm, à chaque extrémité duquel est soudé un petit tube destiné à contenir le mercure formant les électrodes. Le courant est amené à ces électrodes par des fils en acier nickel spécial de M. Guillaume ayant un coefficient de dilatation nul. La température des électrodes devant être maintenue constante, puisque cette température détermine la valeur de la tension de la vapeur de mercure et, par suite, l'intensité du courant qui traverse la lampe, il est nécessaire de prévoir un dispositif pour la maintenir constante suivant que la lampe est placée à l'extérieur ou à l'intérieur. On réalise ce réglage en modifiant convenablement la surface d'un radiateur constitué par une feuille de cuivre enroulée autour de chacune des électrodes. Il paraît que le vide à l'intérieur du tube de quartz doit être particulièrement poussé, sinon l'allumage est très difficile.

La lampe est montée de façon que le tube soit dans une position presque horizontale; l'allumage se fait comme dans les autres lampes à vapeur de mercure en formant un chemin conducteur à l'aide du mercure entre les deux électrodes et en amorçant l'arc par rupture de ce conducteur. Cette opération est réalisée mécaniquement par l'action d'un électro-aimant rendu actif par la manœuvre de l'interrupteur de la lampe qui incline légèrement celle-ci et la relâche dès que le mercure s'est déversé de façon à laisser passer le courant.

Dès que l'arc a jailli, une certaine quantité de mercure est vaporisée, mais la pression de cette vapeur ne peut augmenter qu'à la condition que la quantité d'énergie fournie à la lampe soit suffisante pour porter le mercure à l'ébullition. Alors que, dans la lampe en tube de verre, la pression de la vapeur de mercure qui remplit le tube n'est que de 2 à 3 mm (de mercure) dans les conditions normales de fonctionnement et la température de cette vapeur de 300 à 400°; dans la lampe en tube de quartz, la température est beaucoup plus élevée et la pression atteint 760 mm, soit environ 1 kg par cm². Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire d'user d'un artifice. En effet, à l'allumage, la tension aux bornes de la lampe n'est que de 25 à 30 volts qui, au régime normal de 3,5 ampères, par exemple, ne représente qu'une consommation d'énergie de 90 watts environ, consommation insuffisante pour produire l'ébullition du mercure dans les conditions où l'on se trouve; on doit donc augmenter cette dépense d'énergie en augmentant la valeur de l'intensité; dans le cas que nous avons choisi, l'intensité à l'allumage doit être portée à 10 ampères. On réalise d'une façon simple et automatique cette régulation de l'intensité en montant en série sur la lampe un rhéostat en fil de fer choisi de telle sorte que pour la valeur du courant au départ le fil atteigne le rouge et que sa résistance en régime normal soit de 4 ohms environ pour une lampe de 220 volts, 3,5 ampères. On profite ainsi du coefficient de température élevé du métal constituant le rhéostat.

Au moment de l'allumage, l'arc remplit complètement le tube, mais après quelques minutes, lorsque la tension de la vapeur augmente, on le voit se contracter suivant l'axe du tube jusqu'à ce que finalement il ne forme plus qu'une bande très brillante de 5 mm environ. En même temps, la teinte de la lumière passe de la couleur ordinaire violet bleu à la couleur vert jaunâtre que nous signalions au début. A ce moment, la tension aux bornes de la lampe s'est élevée à 180 volts.

Le temps nécessaire pour atteindre la tension de vapeur de régime et la puissance lumineuse normale dépend de la quantité d'énergie fournie à la lampe et, par conséquent, de la valeur de la résistance de réglage.

Les lampes de quartz destinées à fonctionner sur des réseaux dont la tension est comprise entre 220 et 240 volts sont munies d'un rhéostat spécial qui permet d'effectuer le réglage suivant les cas. A. Bainville.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE DES LAMINOIRS

La commande électrique des laminoirs est une des questions dont l'étude offre un intérêt particulier pour les électriciens, en raison des applications à envisager.

Les installations de ce genre se multiplient de jour en jour, et, récemment (1), nous avons eu l'occasion de donner la description d'un des premiers équipements réalisés en Angleterre.

Pour contribuer à la documentation sur ce sujet d'actualité, nous relevons dans l'*Electrical Review* du 2 octobre un extrait d'une communication de MM. *Koettgen* et *Ablett* à l'*Iron and Steel Institute*. Les nombreux et très caractéristiques renseignements pratiques sur la puissance nécessitée par les trains de laminoirs que renferme l'article en question, peuvent apporter une utile contribution à l'étude de la commande électrique, et, à ce titre, pourront intéresser les lecteurs de l'*Industrie électrique*.

L'emploi de l'électricité a facilité grandement l'évaluation de la puissance absorbée au cours des diverses phases du travail et, jetant un jour nouveau sur leurs variations, a permis d'analyser de plus près le processus des opérations.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 407 du 10 décembre 1908, p. 577.



Digitized by Google

On a pu se rendre un compte exact de la puissance nécessitée par les divers genres de travaux et de la variation de cette puissance suivant les profits à travailler, la nature du métal et sa température. Le moteur électrique employé pour la commande du laminoir devient un auxiliaire précieux pour le métallurgiste et un instrument d'analyse aussi puissant que précis.

La figure 1 montre une série de relevés concernant le laminage des tôles; on y distingue la puissance prise à chaque passe.

Sur le continent, on emploie fréquemment des intégrateurs qui enregistrent journellement l'énergie fournie, en kw-h, et la masse totale des divers échantillonnages traités; on en déduit ainsi le coût exact du laminage par tonne de chaque type laminé.

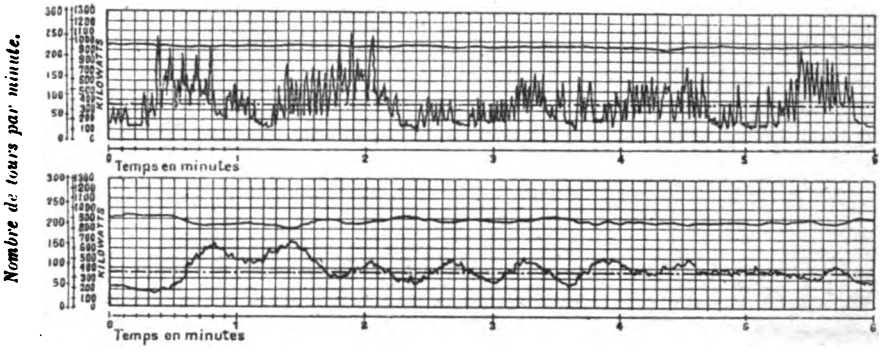



Fig. 1. — Courbes de puissance pour le laminage des tôles.

Le tableau ci-après indique la puissance demandée pour le laminage de profils différents, d'après des résultats observés sur plus de 150 laminoirs équipés par la Société Siemens.

Les valeurs élevées de l'énergie massique (kw-h par tonne laminée) pour les fers en U et en T, nos 11 et 14, sont principalement attribuables au refroidissement des fers dans les dernières passes, la température descendant au-dessous de 850°C. Ce refroidissement est dû à la grande surface relativement à leur masse que présentent les fers travaillés.

De plus, ces sections nécessitent un plus grand nombre de passes que les simples carrés ou ronds (environ 15 passes pour les fers en U, contre 6 pour les fers ronds).

Les numéros 18, 19 et 20 accusent aussi une forte consommation d'énergie par tonne travaillée, en raison du grand nombre de passes et du refroidissement rapide des feuilles de tôle. La température du métal, au début de la première passe, est d'environ 1185° à 1200°, tandis que la dernière est exécutée vers 800°.

Ces indications montrent la nécessité de prévoir le moteur d'un nouveau laminoir pour permettre le travail de profils variés.

Ainsi, par exemple, la fabrication du type n° 2 du tableau ci-dessous exige une puissance moyenne d'environ 500 poncelets. Toutefois, un moteur de 500 poncelets n'a pas été jugé suffisant pour la conduite du train dont le travail varie considérablement; il a fallu équiper le laminoir avec un moteur capable de développer 900 poncelets d'une façon continue.

Le moteur peut être choisi cependant d'une puissance nominale inférieure à la puissance maxima, si le laminoir est pourvu d'un volant suffisant.

Les diagrammes de la figure 1, relatifs à un laminoir à tôles, et ceux de la figure 2 concernant un train à rails, montrent de combien la puissance maxima demandée par la passe la plus pénible excède la puissance moyenne.

Sur la figure 1, la puissance maxima absorbée est de 650 kw contre une puissance moyenne de 368 kw.

L'expérience indique que le moteur doit être capable

| FORMES DES SECTIONS. | ÉNERGIE MASSIQUE EN KW-H : TONNE. | LONGUEUR FINALE EN M. | POIDS DU LINGOT EN KG. | DIMENSIONS DU LINGOT SECTION MM × MM. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Rails de mines 14 kg : m | 37,5 | 28 à 29,5 | 390 à 412 | 150 × 145 |
| 2. — 12 — | 41,8 | 20,6 à 28,5 | 250 à 345 | — |
| 3. — 10 — | 44,5 | 39,5 | 300 à 395 | — |
| 4. — 9 — | 47,5 | 27,5 à 41 | 250 à 370 | — |
| 5. — 6 — | 48,6 | 26,5 à 41 | 160 à 247 | — |
| 6. — 4 — | 54 | 34 à 42 | 150 à 170 | 110 × 120 |
| 7. Ronds de 30 mm de diamètre | 38,5 | 27 | 148 | — |
| 8. — 45 — | 40,5 | 13,25 | 130 | 130 × 130 |
| 9. Carrés de 5 cm² | 42 | 25 | 75 | — |
| 10. — 9 — | 28,8 | 15,50 | 152 | — |
| 11. Fers en U de 40 × 20 × 5 (mm) | 65,5 | 30 | 85 | — |
| 12. — 30 × 15 × 4 — | 111 | 32 | 70 | — |
| 13. Fers en T de 30 × 4 (mm) | 156 | 25 | 50 | — |
| 14. — 35 × 4,6 (mm) | 68,2 | 27 à 28 | 70 | — |
| 15. Fers plats 60 × 10 (mm) | 35,5 | 30 | 150 | — |
| 16. — 50 × 10 — | 41,5 | 32 | 132 | — |
| 17. — 38 × 8 — | 52 | 32 | 80 | — |
| 18. Tôles (5 par lingot) 1060 × 2420 × 2 (mm) | 84 | » | 175 | 5000 mm² |
| 19. Tôles (1 par lingot) 1300 × 3700 × 0,55 (mm) | 95 | » | 204 | 850 × 380 × 120 |
| 20. Tôles (3 par lingot) 1220 × 2250 × 2,5 — | 80 | » | 188 | 4300 mm² |

Digitized by Google

de développer, pour la surcharge maxima, un couple environ double de celui à la puissance normale.

Lorsque la puissance doit être maxima, la passe doit être combinée de façon que le couple du moteur reste constant aussi longtemps que le moteur tourne à la même vitesse.

En vue d'uniformiser la puissance demandée à la source, le moteur et le volant doivent ralentir au moment de la demande de puissance maxima, le volant restituant alors l'énergie cinétique qu'il possède et récupérant cette énergie dans les périodes comprises entre les passes.

Avec le courant continu, la chute de vitesse nécessaire est obtenue en compoundant le moteur; avec les courants triphasés, le même effet est obtenu par l'insertion d'une résistance appropriée dans le circuit du rotor. Dans ce dernier cas, le rendement du moteur est affecté désavantageusement au moment précis où la puissance demandée est maxima.

La figure 1 met en évidence l'effet d'atténuation produit par le volant sur les fluctuations de la puissance du moteur triphasé commandant le laminoir. La courbe supérieure indique les variations de la puissance lorsque le régulateur de glissement est hors circuit; la vitesse du volant tombe à peine, et celui-ci ne joue pour ainsi dire aucun rôle.

Les courbes de la figure 2 ont été relevées sur un moteur triphasé de 1200 chevaux, directement accouplé à un train trio à 3 paires de châssis laminant des rails de faible section, le régulateur de glissement étant actif.

La courbe A est relative à la puissance fournie au circuit et mesurée au wattmètre.

La courbe B, relevée en même temps que la précédente, indique la variation de vitesse du moteur et du volant. Les variations de l'énergie emmagasinée dans le volant sont traduites par la courbe C en chevaux-secondes et déduites du moment d'inertie du volant et de la vitesse instantanée fournie par la courbe B.

La puissance, en chevaux, délivrée ou absorbée par le volant, suivant le signe de son accélération, est indiquée par la courbe D. Enfin, sur le graphique E, la courbe en pointillé, reproduction de la courbe A, montre la puissance fournie par le réseau, tandis que la ligne pleine, relative à la puissance exigée par le laminoir, est déduite de la courbe en traits pointillés, par addition ou soustraction suivant le cas, de la puissance fournie ou absorbée par le volant d'après la courbe D.

Les résultats observés montrent que le volant permet de ramener la puissance maxima à demander au moteur de 1980 à 1200 chevaux, grâce à une variation maxima de vitesse de 165 à 152 t:m, soit environ 7 pour 100.

Le volant est particulièrement approprié à l'uniformisation de la puissance lorsque la puissance maxima n'est demandée que durant un temps assez court à la fin d'une opération.

Dans le cas où le métal séjourne plusieurs minutes dans les cylindres, il est pratiquement impossible de recourir au volant pour uniformiser la puissance maxima réclamée. Il arrive fréquemment aussi que quelques passes se succèdent si rapidement que le volant n'a pas le temps d'agir pour accélérer d'autant dans les intervalles qu'il a ralenti pendant le travail du train; il ralentit ainsi peu à peu jusqu'à ce qu'il se produise une succession de passes légères ou d'intervalles plus importants;

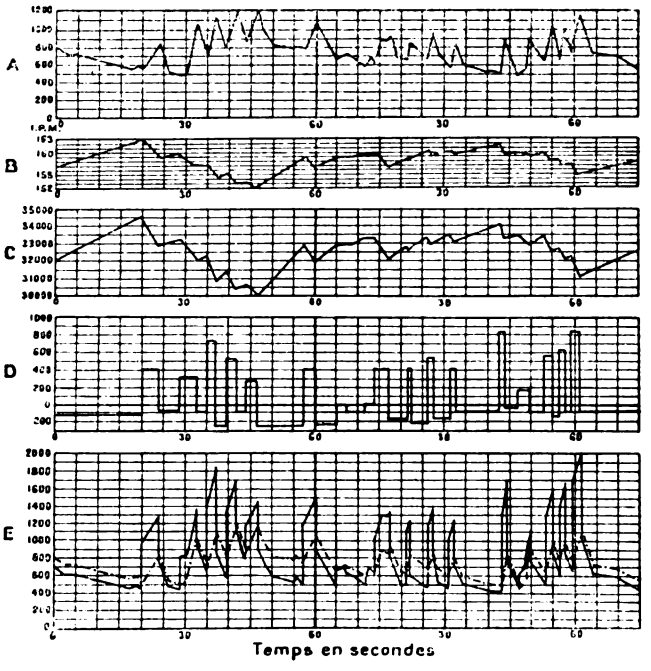



Fig. 2. — Fonctionnement d'un train à rails.

ces circonstances apparaissent dans les passes 1 à 5 de la courbe B de la figure 2.

Il convient d'apporter une grande attention à un tel ralentissement du volant, une chute excessive de vitesse pouvant entraîner une perte de temps.

Le réglage de vitesse du moteur triphasé entraîne, comme on l'a déjà fait remarquer, une perte de puissance. Pour ce motif, l'écart de vitesse admissible est plus limité qu'avec le courant continu. Pour atteindre à un même degré d'uniformisation, on est amené à choisir, à énergie restituée égale, des volants de masses plus considérables. C'est une balance à établir entre le coût du volant et la valeur de l'énergie perdue dans la résistance de réglage.

On cherche parfois à atténuer la perte d'énergie dans le régulateur de glissement par une commande automatique qui n'insère le rhéostat dans le circuit du rotor que quand le courant fourni au moteur dépasse une certaine limite et mettant, par contre, ce rhéostat hors circuit quand la demande de puissance maxima est franchie.

Avec un dispositif de ce genre, automatique ou non, on ne réalise pas, toutefois, un gain tel sur le rendement qu'il semblerait être à première vue. En effet, lorsque le rhéostat reste en circuit durant les périodes de charge maxima, la puissance ainsi perdue est bien maxima, tandis

Digitized by Google

que, dans les périodes de charge minima où le rhéostat est mis hors circuit, la puissance dissipée est relativement modérée; l'économie est donc assez faible.

On a remarqué enfin invariablement, qu'en substituant un moteur électrique à un moteur à vapeur. on peut tirer du laminoir une plus grande production.

C'est ainsi que le train à rails répondant aux résultats nos 1 à 6 du tableau, prévu pour une production de 100 tonnes par jour, a pu donner, en pratique, fréquemment, jusqu'à 150 tonnes par jour. L'avantage de la commande électrique résulte surtout de la régularité de la vitesse, laquelle est pour ainsi dire indépendante du genre de travail. En effet, la capacité de surcharge du moteur électrique est, en général, très supérieure à celle d'un moteur à vapeur donné; en même temps, le moteur électrique répond plus instantanément aux variations du couple résistant.

L'expérience a également montré qu'il y avait intérêt à munir les moteurs de grande puissance d'un accouplement flexible.

Des essais récents ont été entrepris pour vérifier le mode de travail des trains reversibles; l'équipement électrique de ces derniers consiste essentiellement en un convertisseur Illgner ou un moteur à changement de sens de marche.

Le fonctionnement du système Illgner est bien connu; il se combine avec l'application du système Léonard au démarrage du moteur du train à l'aide d'une génératrice à tension variable.

L'économie du système tient à ce que l'on réalise la meilleure utilisation, avec un capital d'établissement donné, si le couple demandé au moteur du convertisseur est constant pour chaque passe et égal au couple maximum que ce moteur peut développer. On doit, au besoin, modifier les conditions de la fabrication pour se rapprocher de ce régime idéal.

La puissance demandée par un train reversible varie constamment de zéro à de très grandes valeurs; le convertisseur ou le volant ont pour rôle d'étaler ces à-coups.

Si le moteur du train développe constamment le même couple à chaque passe, la dépense d'énergie augmente avec le nombre de passes, le lingot s'allongeant au fur et à mesure des étapes du laminage. Il y a donc avantage à réduire, en conséquence, le serrage durant les dernières passes afin de maintenir la puissance absorbée à une valeur aussi constante que possible.

E.-J. Brunswick.

## LE GRISSONATEUR

Ce nom d'apparence bizarre est donné à un nouvel interrupteur tournant pour bobines de Ruhmkorff, qui permet d'obtenir des effets très puissants sans usure appréciable des contacts.

Monté sur un axe et entraîné par un moteur électrique dont on peut faire varier la vitesse, cet appareil n'est autre qu'un commutateur à coquilles H inversant constamment le courant continu qu'on lui envoie par les balais A et B.

Le primaire de la bobine d'induction est intercalé en E. G est un condensateur électrolytique à lames d'aluminium plongeant dans du bicarbonate de soude; c'est la partie la plus importante de l'appareil, comme on va le voir.

Supposons le condensateur relié aux deux balais C et D et admettons un instant que le commutateur H est au

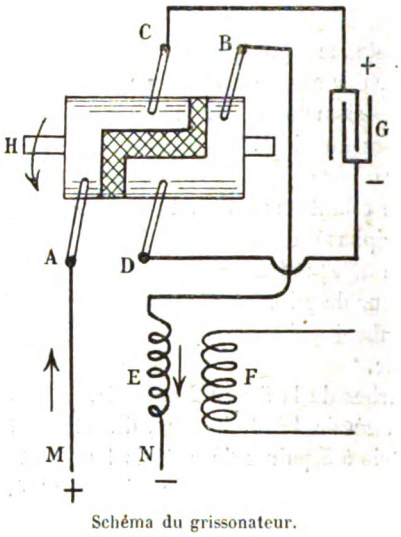



Schéma du grissonateur.

repos. Un courant de charge s'établit, partant du pôle M dans le sens de la flèche; puis quand la charge du condensateur est atteinte, ce courant s'annule progressivement.

Faisons tourner le commutateur H d'un demi-tour, la tension du condensateur ne sera plus en opposition avec celle du réseau et un brusque courant de décharge traversera le primaire de la bobine donnant lieu à un courant secondaire de tension d'autant plus élevée que la variation de flux $\frac{d\Phi}{dt}$ aura été plus rapide (et elle l'est du fait de la décharge brusque du condensateur).

Le condensateur va se recharger à nouveau, puis, si le commutateur continue de tourner, une nouvelle décharge se produira, toujours de même sens que la première; il s'en suivra que le secondaire sera le siège lui aussi d'un courant de même sens, très favorable, on le sait, à la marche des tubes de Crookes pour rayons X.

Il n'y a pas d'étincelles appréciables sur le collecteur, puisque la coupure se fait toujours lorsqu'il est chargé et que sa tension est à ce moment égale à celle de la source.

Le condensateur, qui est la partie la plus curieuse de l'ensemble, se présente sous la forme d'une cuve de $25 \times 25 \times 30$ cm, contenant des lames d'aluminium

Digitized by Google

réunies alternativement ensemble comme les plaques d'un accumulateur. Sa capacité est considérable, elle atteint 500 microfarads; on conçoit, dès lors, qu'il puisse restituer à la décharge une quantité d'électricité très importante, agissant dans la bobine pour produire une variation très rapide de flux.

Ce dispositif a permis d'obtenir avec des sources d'énergie relativement faibles des radiographies du thorax en quelques secondes; il réalise un certain progrès sur les procédés actuels, ce qui nous a engagé à le signaler.

M. N.

---

INFLUENCE DE L'AUGMENTATION DE TENSION

SUR LA

## DURÉE DE VIE DES LAMPES A INCANDESCENCE

### A FILAMENTS MÉTALLIQUES

M. Remané a fait à la 16e réunion des électrotechniciens allemands à Erfurt une conférence sur ce sujet.

La durée d'utilisation d'un genre de lampes est indiquée en heures, et naturellement elle ne peut être obtenue qu'à la suite d'essais.

On distingue, dans le cas des lampes à filament de charbon, la durée de vie absolue et la durée utile. La durée absolue ne dépend que de la valeur du filament, le bris du filament entraînant le remplacement de la lampe; mais il n'en est pas toujours ainsi dans le cas de filament métallique. M. Remané admet cependant, comme durée totale de vie, le nombre d'heures de fonctionnement avant la rupture du filament métallique.

Pour les lampes à filament de charbon, qui consomment au commencement de leur fonctionnement 3,5 w par bougie, puis à la longue peuvent atteindre 5 à 6, il n'est pas à recommander, on le sait, de les utiliser pendant une longue durée, même si cela était possible.

Par contre, les lampes osram ne consomment que 1,5 w par bougie, même dans le cas d'une baisse de lumière de 30 pour 100; il ne serait avantageux de les remplacer souvent que dans le cas où l'énergie électrique serait d'un prix extraordinairement élevé.

Les circonstances sont autres quand, au lieu d'emploi, on doit avoir un éclairement donné; on ne doit pas avoir pratiquement une diminution de plus de 20 pour 100 d'éclairement; il faut alors changer la lampe dont la lumière a diminué, même quand elle fonctionne encore économiquement. Il peut arriver aussi que l'on change la lampe parce qu'elle ne produit plus assez d'effet, par exemple dans un éclairage pour réclame. On peut donc parler de durée de vie absolue et de diverses durées relatives ou d'utilisation.

La manière dont se comportent les lampes osram pour la tension normale a été déjà étudiée et vérifiée de divers côtés. Il serait intéressant de déterminer l'influence des variations de la tension sur leur durée, et c'est une question qui est très souvent posée aux fabriques de lampes, mais une réponse précise est pour ainsi dire impossible, les variations de tension étant toujours différentes.

Le cas le plus simple, mais qui, dans la pratique, est le plus rare, serait celui de l'emploi d'une tension supérieure à la normale, mais restant à peu près constante. Ce cas peut être étudié dans le laboratoire et on peut répondre avec précision aux questions. Mais, dès que les conditions pratiques de fonctionnement font qu'aussi bien la valeur des surélévations de tension que leur durée varient et ne suivent aucune loi régulière, on ne peut faire des essais permettant une réponse précise. On doit donc, autant que possible, ramener le second cas, infiniment compliqué, au premier.

L'expérience a montré, aussi bien pour les lampes à filament de charbon que pour celles à filaments métalliques, qu'elles sont d'autant plus sensibles aux surélévations de tension que leur consommation spécifique en watts est moins élevée. Dans certaines stations centrales on a pu utiliser des lampes à filament de charbon consommant, au début de leur fonctionnement, 2,5 w par bougie; dans d'autres, au contraire, ces lampes n'ont pu être utilisées et l'emploi de lampes consommant 3,5 w par bougie n'a pu être évité. La cause de ces différences est la grandeur et la durée des surtensions.

De même il y a six ans, lors de l'introduction de lampes à osmium (lampes Auer), les surtensions de certaines stations centrales se firent sentir d'une manière désagréable. On dut alors étudier ces variations de tension de plus près (en quoi l'on fût la plupart du temps aidé par les stations elles-mêmes), afin de fournir des lampes donnant dans chaque cas de bons résultats. Il est évident que cette étude n'était pas toujours commode.

La valeur et la durée des surtensions sont difficiles à déterminer; on y arrive en relevant des courbes au moyen d'un voltmètre enregistreur, mais ces courbes varient aux divers points du réseau, on ne peut se contenter du relevé au tableau de distribution seulement.

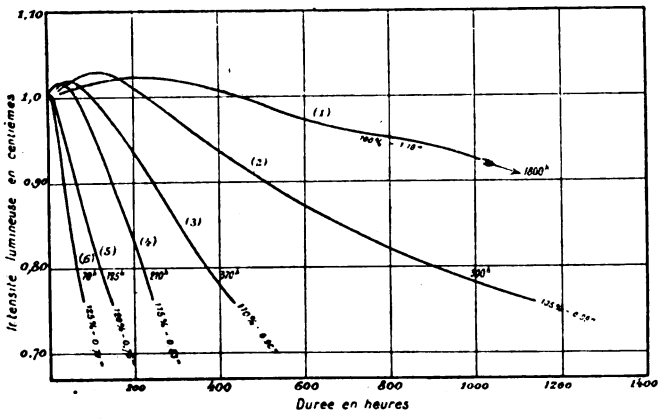
L'étude des états du filament pendant la durée du fonctionnement, même à tension normale, permet de se rendre compte des facteurs intervenant dans le cas de surélévation de tension. Ainsi que le montre la courbe 1 de la figure, pour la tension normale (100 pour 100), dans les 200 premières heures de fonctionnement, on a une augmentation marquée de la lumière (à peu près 3 pour 100). On remarque en même temps que l'intensité du courant augmente, mais cependant cette augmentation est loin d'être suffisante pour expliquer à elle seule l'augmentation de lumière. Il semble donc que, pendant cette période, il y a des modifications moléculaires entraînant une diminution de la surface. Les deux facteurs, particulièrement le dernier, concourent à une augmentation de la température du filament, entraînant une augmentation de la lumière et de l'effet utile.

Digitized by Google

Il entre alors en jeu des forces tendant à détériorer le filament sous l'influence de la chaleur, il perd des particules infinitésimales de métal et diminue de section, ce qui a pour effet de s'opposer à l'augmentation primitive de conductibilité. L'intensité du courant baisse et reprend, après 800 ou 1000 heures de fonctionnement, la valeur qu'elle avait à l'origine.

Les particules perdues par le filament viennent tapisser les parois intérieures de l'ampoule, et l'épaisseur de ce dépôt est d'autant plus grande que la surface de celle-ci est plus petite. On peut donc réduire la diminution de lumière en augmentant la dimension de l'ampoule; mais on ne doit pas, pratiquement, dépasser certaines dimensions.

Si l'on songe qu'avec l'augmentation arithmétique de l'épaisseur du dépôt, l'absorption de lumière croît géométriquement, et que l'épaisseur du dépôt doit être une




fonction linéaire de la durée de fonctionnement, on peut se faire une idée de la diminution de lumière avec le temps.

Toutes ces causes contribuent à faire diminuer la lumière comme l'indique la figure ci-dessus.

Quand la tension croît, en supposant la résistance constante, l'énergie développée croît comme le carré de la tension, on a donc pour des augmentations de tension de 5, 10, 15, 20 et 25 pour 100 le tableau suivant :

| Tension en centièmes. | Variation du carré de la tension en centièmes. |
|---|---|
| 100 | 100 |
| 105 | 110,1 |
| 110 | 121 |
| 115 | 132,2 |
| 120 | 144 |
| 125 | 156,3 |

Mais comme, par suite de l'augmentation de chaleur, la résistance du filament croît, l'augmentation de la puissance (watts) croît moins vite que le carré de la tension, et on a :

| Tension en centièmes. | Puissance en centièmes. |
|---|---|
| 100 | 100 |
| 105 | 108,5 |
| 110 | 117 |
| 115 | 125,5 |
| 120 | 133,2 |
| 125 | 142,7 |

On peut déduire de ces chiffres, la relation entre la résistance et la tension, on a :

| Tension en centièmes. | Résistance (à chaud) en centièmes |
|---|---|
| 100 | 100 |
| 105 | 101,5 |
| 110 | 103,4 |
| 115 | 106,5 |
| 120 | 108 |
| 125 | 109,6 |

Une augmentation de l'énergie absorbée a pour résultat une augmentation de lumière et on a :

| Tension en centièmes. | Bougies en centièmes. |
|---|---|
| 100 | 100 |
| 105 | 121,5 |
| 110 | 145 |
| 115 | 167 |
| 120 | 195,5 |
| 125 | 221 |

Le fait que la lumière croît beaucoup plus rapidement que la puissance absorbée, entraîne une diminution de la consommation en watts par bougie.

Quelle est l'influence de ces surtensions sur la durée de vie et la constance de la lumière d'une lampe Osram.

Pour élucider cette question, par un essai sur une grande échelle, M. Remané a réparti 144 lampes en cinq groupes et les a soumises à des expériences. Des essais parallèles furent faits, partie à la tension normale, partie avec des tensions surélevées de 5, 10, 15, 20 et 25 pour 100; ces tensions ont été maintenues constantes pendant toute la durée des essais.

Avec une partie des lampes, il fit en outre des essais de durée avec des tensions inférieures de 5 et 10 pour 100 de la normale, afin de déterminer si les mêmes conditions se reproduisent dans le sens inverse. Les résultats de ces essais, ou mieux les valeurs moyennes obtenues, sont indiqués sur les courbes de la figure. Ces courbes montrent de suite l'influence néfaste de l'élévation de tension sur la durée totale d'une lampe. Ces courbes, qui représentent la variation de lumière en fonction de la durée de fonctionnement, présentent toutes un caractère commun, l'intensité lumineuse commence par croître, puis elle diminue au bout d'un certain temps, les variations sont d'autant plus rapides que la tension est plus élevée. Les maxima et les points où l'intensité lumineuse au début est de nouveau atteinte se rapprochent de l'origine.

M. Remané a cherché à établir une loi et a déterminé les durées au bout desquelles il y a une baisse de lumière de 1 pour 100, et il a obtenu les chiffres suivants :

| Tension en centièmes. | Durée pour une diminution de 1 pour 100 de l'intensité lumineuse. |
|---|---|
| 100 | 74 |
| 105 | 27,6 |
| 110 | 13,8 |
| 115 | 8,0 |
| 120 | 5,4 |
| 125 | 2,9 |

Si l'on calcule, au moyen de ces chiffres, un coefficient $k$ exprimant la diminution de la durée en fonc-

Digitized by Google

tion de la surélévation de tension, on obtient les valeurs suivantes :

| Tension en centièmes. | Valeurs de $k$. |
|---|---|
| 100 | 1 |
| 105 | 2,68 |
| 110 | 5,56 |
| 115 | 9,25 |
| 120 | 15,7 |
| 125 | 25,5 |

On peut, au moyen de ces chiffres, tracer une courbe ou interpoler pour les tensions intermédiaires. Un exemple montre l'utilisation de ces coefficients. Une lampe osram a été soumise pendant 100 heures à une surtension de 10 pour 100, à quelle durée pour la tension normale cela correspond-il?

Le diagramme ou le tableau donne pour la tension de 110 pour 100, $k = 5{,}56$, ce qui veut dire que la lampe est aussi abîmée après 100 heures qu'après $5{,}56 + 100 = 536$ heures de fonctionnement à la tension normale.

La diminution de la durée est donc de 436 heures.

Les facteurs $k$ pour des tensions inférieures à la normale n'ont pu encore être déterminés, car la durée dépasse de beaucoup 1000 heures sans diminution sensible de l'intensité lumineuse.

M. Remané reviendra plus tard sur ces essais, qu'il n'a pu terminer. Il n'a comparé que la partie des courbes comprises entre 100 et 180 de l'intensité lumineuse au commencement. Les lampes fonctionnant à tension normale ont après 1000 heures une diminution de 7 pour 100 seulement de l'intensité lumineuse, une diminution de 20 pour 100 de l'intensité lumineuse n'a lieu en moyenne qu'après 1800 heures de fonctionnement; mais cette durée absolue de fonctionnement n'a pas été atteinte par toutes les lampes essayées. Cela est compréhensible, car, pour les mesures fréquentes, il faut déplacer les lampes et elles s'abîment plus vite que lorsqu'elles fonctionnent dans la pratique. Avec les essais de surtension, on est arrivé aux résultats suivants : les lampes osram fonctionnant sous la tension normale (1,1 watt par bougie) ne présentent pas, en moyenne, une diminution de lumière de 20 pour 100 pendant leur durée absolue de fonctionnement; ce n'est que pour les lampes soustraites à toute action mécanique que cela se produit. Ces conditions sont différentes dans le cas d'emploi de tensions surélevées, la durée de vie utile est d'autant plus petite que la tension est plus élevée; la durée absolue de vie diminue dans des proportions plus faibles. On a le tableau suivant :

| Tension en centièmes. | Durée utile (20 pour 100 de diminution de l'intensité lumineuse). |
|---|---|
| 100 | 1800 |
| 105 | 900 |
| 110 | 570 |
| 115 | 210 |
| 120 | 125 |
| 125 | 70 |

M. Remané a également déduit du résultat de ces essais le nombre de bougies-heures utiles (jusqu'à 20 pour 100 de baisse de l'intensité lumineuse) dans le cas de tension normale et de surtensions.

Quoique au commencement l'intensité lumineuse soit beaucoup plus grande dans le cas de tensions élevées, le nombre total de bougies-heures est moindre.

Les chiffres ont été relevés sur des lampes de 32 bougies.

| Tension en centièmes. | Bougies-heures utiles | |
|---|---|---|
| | total. | en centièmes. |
| 100 | 8560 | 100 |
| 105 | 5088 | 61 |
| 110 | 2200 | 26 |
| 115 | 1280 | 15 |
| 120 | 770 | 9 |
| 125 | 430 | 5 |

Il est bien entendu que ces chiffres ne sont que des valeurs moyennes; il y a pour certaines lampes des différences, mais qui, en somme, ne changent pas considérablement les moyennes.

En tout cas ces chiffres pratiques permettent de traiter les cas compliqués où la tension est variable.

A la suite de cette conférence faite à la réunion du 11 juin, à Erfurt, la discussion suivante s'est engagée :

M. Wedding reproche à M. Remané d'avoir, dans la première partie de sa conférence, comparé les lampes Osram aux lampes à filament de charbon ordinaire et non à celles métallisées; à quoi M. Remané a répondu que, dans le plus grand nombre de stations, on emploie des lampes à filament de charbon ordinaire et que, du reste, en admettant des lampes à filament métallisé, les conclusions ne seraient guère modifiées.

M. Wedding demande ensuite comment, dans le cas de distribution à 220 v, où l'on doit mettre deux lampes en série, celles-ci se comportent au point de vue de la durée. M. Remané répond que si l'on ne fait pas attention aux intensités absorbées par chacune des lampes, l'une s'abîme très rapidement, mais que les constructeurs ont étudié cette question et fournissent aux stations centrales des lampes fonctionnant avec la même intensité, exprimée en bougies. Ainsi, par exemple, des lampes de 32 bougies pour une distribution à 110 v où les lampes sont placées en parallèle, sont classées par le fabricant en trois groupes de 30, 34 et 36 bougies dans le cas de mise en série, et il est recommandé de ne mettre en série que des lampes du même groupe. L'expérience a montré que, dans ce cas, les lampes durent autant que lors de mise en parallèle.

M. Görges demande des explications relativement aux surtensions de courte durée, et M. Blau dit : Je voudrais revenir sur le second sujet traité par M. Remané qui donne deux tableaux, dont le second contient en même temps des valeurs réciproques du premier. Ces valeurs réciproques du second tableau sont celles des facteurs par lesquels il faut multiplier la durée de fonctionnement dans le cas de surtension, pour obtenir la durée équivalente pour la tension normale. Les temps équivalents se rapportent à des baisses de lumière (rapportées à 100) égales pendant le fonctionnement. Au moyen de

Digitized by Google

ce mode de représentation il est possible de construire une courbe de durée d'allumage dans le cas de tension variable; on la partage en parties de tension constante et on multiplie les diverses durées par le facteur correspondant (dans le cas de baisse de tension, le facteur est plus petit que l'unité). Si, par exemple, on admet qu'une lampe brûle normalement, en général et pendant 100 heures, avec une surtension de 5 pour 100, on a à remplacer ces 100 heures par 265 heures et ensuite additionner les durées. Si, pendant les 100 heures, elle a brûlé avec une surtension de 10 pour 100, ces 100 heures équivalent à 456 heures de fonctionnement normal. Cette manière de faire rend la méthode pratique et technique.

M. Herbert dit ensuite qu'il aurait aimé à savoir comment les lampes se comportent avec le courant alternatif; à quoi M. Remané répond que tous les essais ont été faits avec du courant alternatif, car on prétend généralement que le courant alternatif est plus dangereux que le continu; en tout cas la différence, s'il en existe, est faible.

M. Teichmuller dit que cependant, en général, le courant alternatif, dans le cas de tension variable, est plus dangereux. D'après un article paru dernièrement dans l'*Electrician*, on aurait une durée de 225 heures avec le courant alternatif et 400 avec le continu pour des lampes à filament de charbon ordinaire; pour des filaments métallisés respectivement 550 et 780, et pour des filaments de tantale 550 et 820.

Une discussion s'engage ensuite sur la durée des lampes à filament métallique à 110 et 220 v. M. Welten assure que des lampes wolfram ont la même durée à 220 v qu'à 110 et M. Teichmüller propose de signaler le fait à l'attention de la Société pour l'achat des lampes à incandescence. M. Blau termine la discussion en remarquant qu'en tout cas, si l'on considère des lampes ayant la même consommation (watts par bougie), celles de 220 v ont une durée moindre que celles à 110 v. M. Wunder prie M. Remané de revenir plus tard sur les essais à tension inférieure à la normale, car plusieurs stations centrales utilisant des lampes métalliques les font fonctionner au-dessous de la tension normale; ainsi, par exemple, à Strasbourg, on commande des lampes de 140 v pour la tension de 125 v, et à Erfurt des lampes à 240 v pour la tension de 220 v. de la distribution. F. L.

## ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance du 9 novembre 1908.*

**Sur un monotéléphone à note réglable.** — Note de M. A. Blondel. — La récente présentation par M. Abraham du monotéléphone de haute sensibilité et à note réglable qu'il a imaginé (1) a rappelé l'attention sur l'application, que j'ai signalée autrefois (1), du monotéléphone dans la télégraphie sans fil, pour le triage facile des communications venant simultanément de différents postes. Je crois donc intéressant de présenter, à cette occasion, à l'Académie le modèle de monotéléphone réglable que j'avais imaginé et fait construire, il y a quelques années, pour l'application de cette méthode de syntonie acoustique, en m'inspirant des travaux classiques de M. Mercadier, et tout en suivant une voie différente.

L'appareil consiste en une étroite lame rectangulaire en tôle de fer ou d'acier, ou d'un métal quelconque, munie, à son extrémité libre, d'une mince plaquette de fer (2). Une des extrémités de la lame est fixée; l'autre est libre et placée en regard d'un petit électro-aimant parcouru par le courant du récepteur électrolytique ou analogue. La lame est en outre pincée en un point intermédiaire entre deux plaquettes serrées l'une contre l'autre par un ressort puissant et qu'une vis sans fin permet de déplacer parallèlement à elles-mêmes au moyen d'un guidage convenable. On peut ainsi faire varier à volonté le point d'encastrement effectif et la longueur de la lame vibrante jusqu'à l'obtention de la résonance correspondant au premier harmonique de la lame encastrée (3).

Cet appareil, bien que moins sensible que le monotéléphone de M. Abraham, a l'avantage d'une grande robustesse, et peut à ce point de vue être utilisé aussi comme fréquencemètre, en graduant convenablement une règle sur laquelle on lira les déplacements des plaquettes de serrage.

(1) *Comptes rendus*, 26 octobre 1906.

(1) *Sur la syntonie dans la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, 21 mai 1900).

(2) L'emploi d'un métal à faible amortissement tel que le bronze, permet une résonnance plus nette que le fer ou l'acier. La possibilité de changer le métal de la lame permet d'utiliser ce même appareil pour des fréquences plus variées qu'on ne les obtiendrait avec un seul métal.

(3) On peut aussi employer un électro-aimant porté par les plaquettes mobiles et agissant sur la plaque vibrante près du point d'encastrement; disposition avantageuse aussi pour le fréquencemètre dont on parle ci-dessous.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

*Séance du 2 décembre 1908.*

La séance est ouverte à 8h 30m sous la présidence de M. Boucherot.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Brochet sur l'**État actuel de l'industrie du chlore et des alcalis électrolytiques.** Tout d'abord M. Brochet rappelle que l'industrie du chlore et celle de la soude sont intimement liées, car ces corps sont les deux produits de l'électrolyse du sel marin.

Digitized by Google

En France, dès le début, de grandes usines furent établies, mais elles ne réussirent pas, les débouchés ayant fait défaut.

Si on laisse de côté la méthode d'électrolyse par fusion ignée, il y a trois procédés généralement employés :

1° *Procédé au mercure.* — On se sert comme cathode d'un bain de mercure, avec lequel le sodium naissant forme un amalgame, lequel convenablement traité ensuite donnera de l'alcali ; le grand inconvénient consiste dans l'emploi du mercure, qui est cher et difficile à manier.

2° *Procédé par diaphragme.* — Ce procédé a pour but de séparer les produits de l'électrolyse de façon à les empêcher de réagir l'un sur l'autre ; malheureusement cette séparation n'est qu'illusoire et le chlorure de chaux obtenu a un titre très bas et une mauvaise réputation.

3° *Procédé par circulation.* — M. Brochet décrit les principaux appareils à circulation employés qui semblent être les meilleurs jusqu'à présent. Comme son nom l'indique, ce dernier procédé consiste à faire circuler les produits de l'électrolyse et à les recueillir au fur et à mesure de leur formation ; grâce à lui, on a un rendement excellent ; l'inconvénient est d'avoir des solutions diluées qu'il faut ensuite concentrer par évaporation.

Les usines fabriquant la soude et le chlore par des procédés électrolytiques sont au nombre de 37 se décomposant de la façon suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| France | 2 | États-Unis | 8 |
| Allemagne | 11 | Italie | 3 |
| Angleterre | 3 | Russie | 3 |
| Belgique | 1 | Suisse | 3 |
| Espagne | 3 | | |

D'après ce tableau, on voit que la situation de la France est plutôt modeste : et, parmi les raisons qui contribuent à maintenir cet état de choses, il faut voir surtout le manque de débouchés. La grande consommation de la soude est faite surtout dans les usines de matières colorantes et l'on sait qu'à ce point de vue la France est tributaire de l'Allemagne.

Du reste, une erreur paraît avoir été commise au moment de l'installation des usines que l'on a établies près des chutes d'eau. Tandis que la fabrication du carbure de calcium nécessite beaucoup d'énergie, l'électrolyse du sel marin en demande peu. D'autre part, comme on se trouve en présence de lessives peu riches, il faut évaporer des masses de liquides assez considérables et, par suite, dépenser du charbon, d'où intérêt à placer les usines près de mines de houille plutôt que de les installer en pays de montagne. Enfin le prix du transport de la soude et du chlorure de chaux, si l'usine est éloignée des grands centres de consommation, n'est pas en rapport avec le prix de ces matières.

M. Abraham succédant à M. Brochet entretient ensuite la Société d'un **Nouveau monotéléphone de grande sensibilité et à note réglable.** M. Abraham remplace la membrane mince bien connue du téléphone par une plaque assez épaisse en acier soutenue par deux fils que l'on peut tendre plus ou moins au moyen de ressorts réglables.

Lorsque la fréquence des courants traversant l'électro-aimant est égale à celle des oscillations propres de la plaque, il y a résonance et on observe des vibrations d'amplitudes considérables.

Cet appareil a rendu de grands services à M. Mercadier, qui l'a employé pour la télégraphie multiplex à laquelle il a fait faire des progrès décisifs en collaboration avec M. Magunna. Cet appareil se prête du reste à la syntonie en télégraphie sans fil puisqu'il donne son maximum d'amplitude pour une fréquence d'ondes bien déterminée.

En comparant un monotéléphone avec un téléphone ordinaire, on a trouvé qu'il était 7 fois plus sensible que le récepteur à lame mince avec des courants dont la constante de temps était de 0,1 seconde.

M. Tosi expose ensuite le **Système de télégraphie sans fil dirigeable Bellini-Tosi.** Nous avons indiqué ici même (1) les procédés de MM. Bellini et Tosi ; aussi nous n'y reviendrons pas.

## BIBLIOGRAPHIE

**Unités électriques**, par le comte de Baillehache. — *H. Dunod* et *E. Pinat*, éditeurs. — 1 vol. de 200 pages format : 25 × 16 cm ; prix broché : 6 fr.

Venu tout à fait à son heure, au lendemain de la réunion de la Commission internationale, cet ouvrage réunit et résume sous une forme claire et concise tout ce qui a trait aux unités électriques.

Comme le dit l'auteur dans son avant-propos, il arrive assez souvent que l'on rencontre, en ce qui concerne les unités électriques, des relations inexactes, des appellations erronées ou arbitraires qui exposent le praticien à des erreurs ou à des confusions.

A ce point de vue, M. de Baillehache a fait œuvre utile en précisant cette importante question ; mais ce n'est pas tout, l'auteur a voulu aussi montrer que la recherche d'un système absolu d'unités n'offre pas un intérêt exclusivement scientifique, un système coordonné donne des combinaisons simples et claires, des relations fécondes, et si le résultat doit être affecté d'une correction, il est toujours temps de l'introduire à la fin.

Nous ne saurions trop féliciter enfin M. de Baillehache, d'avoir adopté, à quelques petites modifications près, le tableau des unités, notations et symboles, préconisé par notre regretté maître M. Hospitalier ; là encore on retrouve sa clarté et c'est avec plaisir que nous voyons revivre et exprimer des idées qui lui étaient si chères. A. S.

(1) *L'Industrie électrique*, n° 395 du 10 juin 1908, p. 261.

Digitized by Google

# BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

*Par* M. ELLUIN, Ingénieur-électricien (E. P. — E. S. E.), *de l'Office de Brevets d'invention* MARILLIER *et* ROBELET, *42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.*

589 051. — **Ljungstrom.** — *Perfectionnements aux générateurs moteurs et machines analogues* (8 avril 1908).

589 048. — **Siemens-Schuckert.** — *Disposition pour la mise hors circuit automatique de résistances de démarrage montées dans un circuit de moteur* (9 avril 1908).

589 058. — **Société dite : Cushman Electric C°.** — *Inducteurs pour machines dynamo-électriques* (9 avril 1908).

589 068. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Mode de réglage de la vitesse des moteurs à courant continu* (10 avril 1908).

588 873. — **Engel.** — *Système de contact électrique* (26 mars 1908).

588 902. — **Bosquain et Ducretet.** — *Interrupteur synchrone* (4 avril 1908).

589 052. — **Société genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique.** — *Dispositif moteur pour compteurs à courant mono ou polyphasé* (9 avril 1908).

589 069. — **Soulier.** — *Disjoncteur automatique* (10 avril 1908).

588 854. — **Hatfield.** — *Perfectionnement aux ampoules ou cellules électrolytiques* (16 janvier 1908).

591 280. — **Abraham.** — *Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques* (16 juin 1908).

591 147. — **Carver.** — *Perfectionnements aux commandes électriques d'outils et appareils à mouvement alternatif* (15 avril 1908).

591 522. — **Jeanty.** — *Système de pile électrique à débris de fer à action continue* (18 juin 1808).

391 124. — **Gaglio et Villani.** — *Nouveau limiteur de courant* (11 juin 1908).

591 150. — **Société Isaria-Zahler Werke G. m. b. H.** — *Électro-aimant en dérivation pour compteurs d'électricité Ferraris* (27 mai 1908).

591 217. — **Société E. Maljournal et Bourrob.** — *Limiteur de tension électrique* (25 août 1907).

9450/386 260. — **Delon.** — *Procédé et appareil servant à obtenir de très grandes différences de potentiel continues* (15 juin 1908).

591 194. — **Quivy.** — *Appareil pour le dépôt électrolytique des métaux* (13 juin 1908).

591 225. — **Smith.** — *Système de support pour la galvanoplastie* (15 juin 1908).

9458/580 224. — **Bourgeois et Bourgeois.** — *Lampe électrique de poche* (5 juin 1908).

591 197. — **Debart.** — *Poulie de trolley pour conducteurs électriques aériens* (13 juin 1908).

591 305. — **Degoumois et la Société Seghers et Paradis.** — *Dispositif de freinage pour voitures de tramways et chemins de fer électriques* (17 juin 1908).

9053/585 058. — **Lévy.** — *Procédé général pour l'électrodéposition des métaux par la voie humide, procédé dispensant les objets à recouvrir de tout nettoyage préalable* (11 mars 1908).

588 310. — **Gautier.** — *Cierge électrique portatif* (19 mars 1908).

588 539. — **Digby.** — *Perfectionnements aux lampes à arc électrique pour jeux de scène* (20 mars 1908).

588 555. — **Société dite : The Westinghouse Metal Filament Lamp C° Limited.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à filaments métalliques* (20 mars 1908).

588 455. — **Société dite : Bayrische Gluhfadenfabrik Augsburg, Lechhausen Georg. Ludecke and C°.** — *Support pour filaments de lampes électriques à incandescence protégeant ces filaments contre les chocs* (25 mars 1908).

588 892. — **Fessenden.** — *Perfectionnements dans la télégraphie et la téléphonie sans fil* (3 avril 1908).

588 804. — **Pradel et Justinien.** — *Rhéostat de démarrage automatique avec disjoncteur à minima pour moteurs électriques* (2 avril 1908).

588 945. — **Faure-Munro et Feer.** — *Diaphragme compound pour accumulateurs électriques* (6 avril 1908).

588 944. — **Faure-Munro et Feer.** — *Électrode pour accumulateurs* (6 avril 1908).

589 029. — **Mauvais.** — *Électrode positive d'accumulateur électrique* (8 avril 1908).

591 470. — **Pollak.** — *Procédé pour télégraphier à l'aide de courants qui ne parviennent au récepteur qu'avec une très faible intensité* (29 août 1907).

591 511. — **Duval.** — *Appareil s'adaptant aux récepteurs téléphoniques et autres appareils similaires dans le but d'empêcher la transmission des maladies contagieuses* (20 juin 1908).

591 528. — **Fynn.** — *Machine dynamo-électrique* (26 février 1908).

591 559. — **Dupont et la Société Sautter, Harlé et C^ie.** — *Électromoteur auto-régulateur à vitesse variable pour courant continu* (27 août 1907).

591 408. — **Société Bachten et Gallet.** — *Dynamo autorégulatrice avec batterie tampon pour l'éclairage de véhicules et canots* (25 mai 1908).

591 467. — **Trin.** — *Accumulateur électrique* (29 août 1907).

591 468. — **Société d'Études des automobiles Électron.** — *Électrolyte à dépolarisation rapide et constante* (29 août 1907).

591 500. — **Marschall.** — *Pile thermo-électrique* (20 juin 1908).

591 570. — **Timar et von Dreger.** — *Démarreurs pour moteurs électriques* (23 juin 1908).

591 623. — **Société industrielle des téléphones (constructions électriques, caoutchouc, câbles).** — *Procédé pour donner de la résistance aux vases en ébonite ou en autres matières similaires moulées pouvant servir à des bacs d'accumulateurs* (24 juin 1908).

591 552. — **Aron.** — *Compteur d'électricité pour des prix différents de l'unité* (29 avril 1908).

591 553. — **Aron.** — *Compteur d'électricité à deux mouvements pour la charge et la décharge des batteries d'accumulateurs* (29 avril 1908).

591 404. — **Kitsee.** — *Conducteur électrique* (22 mai 1908).

591 455. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Coupe-circuit* (15 juin 1908).

591 629. — **Dupont.** — *Support mobile de lampe électrique* (25 juin 1908).

591 461. — **Josselin.** — *Four électrique à résistance à haute pression* (18 juin 1908).

Digitized by Google

391 471. — **Pollak.** — *Dispositif pour renforcer l'intensité des faibles impulsions de courant, variations d'intensité de courant et courants alternatifs* (29 août 1907).

391 485. — **Zander.** — *Perfectionnements aux fours électriques à induction* (19 juin 1908).

391 473. — **Société dite : Ateliers Thomson-Houston (anciens établissements Postel-Vinay).** — *Perfectionnements aux lampes électriques et à leur fabrication* (30 août 1907).

391 654. — **Creed et Coulson.** — *Appareil pour la reproduction, en caractères ordinaires, de dépêches télégraphiques ou autres, ou de nouvelles se présentant sous la forme de perforations dans un ruban* (11 avril 1908).

391 745. — **Kitsee.** — *Télégraphe* (27 juin 1908).

391 828. — **Fessenden.** — *Perfectionnement dans les signaux électriques* (30 juin 1908).

391 856. — **Khabaroff.** — *Système de téléphonie sans fil* (1er juillet 1908).

391 794. — **Pifer et Ahlm.** — *Perfectionnements aux dynamos* (29 juin 1908).

## CHRONIQUE COMMERCIALE

## COURS DES MÉTAUX

DÉCEMBRE 1908

### MÉTAUX BRUTS

*Ces prix s'entendent par 100 kg mais par grosses quantités.*

| | Prix en fr par 100 kg. |
|---|---|
| Cuivre en barres, Chili, Américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre | 156,00 à 170,00 |
| Cuivre en barres, Chili, Américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre | 160,00 à 170,00 |
| Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen | 166,00 à 175,00 |
| Cuivre en lingots propres au laiton, liv. Havre ou Rouen | 166,00 à 174,00 |
| Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen | 166,00 à 174,00 |
| Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre | 156,00 à 164,00 |
| Étain Banka, liv. Havre ou Paris | 570,00 à 580,00 |
| Étain Billiton, liv. Havre | 560,00 à 565,00 |
| Étain Détroits, liv. Havre | 558,00 à 568,00 |
| Étain Anglais de Cornouailles, liv. Paris | 547,00 à 554,00 |
| Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen | 39,00 à 40,00 |
| Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris | 39,75 à 40,50 |
| Zinc de Silésie, liv. Havre | 54,00 à 56,25 |
| Zinc autres bonnes marques, liv. Havre | 55,00 à 55,00 |
| Zinc autres bonnes marques, liv. Paris | 55,00 à 55,00 |

### MÉTAUX NEUFS

*Prix de vente sur la Place de Paris.*

CUIVRE

| | Prix en fr par 100 kg. |
|---|---|
| Cuivre rouge en planches | 220,00 |
| Cuivre demi-rouge en planches | 215,00 |
| Cuivre demi-rouge en fils | 215,00 |
| Cuivre jaune en planches, Saint-Victor | 179,00 |
| Cuivre jaune en planches | 179,00 |
| Fil de laiton, prix de base | 172,00 |
| Barres cuivre laiton, prix de base | 172,00 |
| Barres laiton à décolleter | 170,00 |
| Tubes cuivre rouge sans soudure, prix de base | 260,00 |
| Tubes cuivre jaune sans soudure, prix de base | 215,00 |
| Fil cuivre rouge | 205,00 |

ÉTAIN

| | |
|---|---|
| Étain affiné 97/3 net | 350,00 |
| Étain de mesures 90/10 | 275,00 |
| Étain claire douce 60/40 | 205,00 |
| Étain claire dure | 195,00 |
| Métal antifriction | 520 à 525,00 |
| Matière forte pour fonderies de lettres | 75 à 80,00 |
| Soudure Malte 45 pour 100 | 135,00 |
| Soudure forte pour orfèvrerie | 200,00 |
| Soudure pour plombiers et ferblantiers | 155,00 |
| Soudure pour plombiers et ferblantiers, n° 2 | 140,00 |
| Matière pour poterie d'étain | 55,00 |
| Matière pour clichés | 45,00 |
| Matière pour clichés faibles | 40,00 |

ZINC

| | |
|---|---|
| Zinc d'art | 85,00 |
| Zinc laminé en feuilles | 68,00 |
| Zinc refondu n° 1 | 45,00 |
| Zinc refondu n° 2 | 45,00 |

PLOMB

| | |
|---|---|
| Plomb antimonieux 10 pour 100 | 38,00 |
| Plomb antimonieux 20 pour 100 | 43,00 |
| Plomb laminé et tuyaux | 43,00 |

ANTIMOINE

| | |
|---|---|
| Antimoine premières marques | 85,00 |
| Antimoine marques courantes | 80,00 |

ALUMINIUM

| | |
|---|---|
| Aluminium pur 99 pour 100 en lingots, tendance à la baisse | 180 à 200,00 |
| Aluminium alliage 6 pour 100 de cuivre | 180 à 200,00 |

NICKEL

| | |
|---|---|
| Nickel pur | 470,00 |
| Nickel alliage 50 pour 100 de cuivre | 470,00 |

BISMUTH

| | | |
|---|---|---|
| Soudure de bismuth à 20 pour 100 | fr : kg | 9,00 |
| Bismuth métal pur | — | 22,00 |

MERCURE

| | | |
|---|---|---|
| Mercure | fr : kg | 6,00 |

OR

| | | |
|---|---|---|
| Or | fr : kg | 3437,00 |

ARGENT

| | | |
|---|---|---|
| Argent, tendance à la baisse | fr : kg | 84,50 |
| Argent doré | — | 86,50 |

PLATINE

| | | |
|---|---|---|
| Platine, prix d'achat | fr : kg | 2890,00 |
| Platine, prix de vente, tendance à la hausse | — | 3250,00 |

IRIDIUM

| | | |
|---|---|---|
| Iridium | fr : kg | 3500 à 3800,00 |

ALLIAGES SPÉCIAUX

On cote, à Paris :

| | Prix en fr par tonne. |
|---|---|
| Ferro-chrome ordinaire 8 à 10 pour 100 | 500 |
| — 6 à 8 — | 650 |
| — 4 à 6 — | 750 |
| — 3 à 4 — | 1000 |
| — 2 à 3 — | 1200 |
| — 1 à 2 — | 1800 |
| Ferro-chrome moins de 1 pour 100 | 3600 |

| | Prix en fr par kg. |
|---|---|
| Ferro-tungstène 80 pour 100, 0,50 pour 100 de carbone | 7,50 |
| Ferro-molybdène 70 pour 100 environ | 15,50 |
| Ferro-vanadium 50 pour 100 environ | 45,00 |
| Ferro-titane 40 pour 100 | 7,00 |

Digitized by Google

### MÉTAUX VIEUX

CUIVRE

| | Prix en fr par 100 kg. |
|---|---|
| Mitraille cuivre rouge de chemin de fer | 128 à 132 |
| — fort et rognures neuves | 127 à 130 |
| — diverses | 125 à 130 |
| — étamé | 118 à 122 |
| Mitraille de bronze chemin de fer | 118 à 120 |
| — mécanique | 115 à 120 |
| Mitraille cuivre jaune tubes chemin de fer | 98 à 102 |
| — fondu 1er choix | 98 à 100 |
| — ordinaire | 85 à 90 |
| — léger | 75 à 80 |
| — tout venant, chiffonnier | 50 à 60 |
| — Mannheim | 90 à 95 |
| Tournures de cuivre jaune, grosses | 85 à 88 |
| — ordinaire | 50 à 55 |
| Tournures de bronze, grosses | 115 à 110 |
| — ordinaires | 100 à 105 |
| Mitraille de maillechort | 95 à 100 |

ÉTAIN

| | |
|---|---|
| Mitraille d'étain | 185 à 190 |
| Mitraille étain chocolat | 190 à 195 |
| — vieilles soudures | 100 à 105 |
| — caractères d'imprimerie | 34 à 38 |

ZINC

| | |
|---|---|
| Zinc rognures | 40 à 42 |
| Vieux zinc couvertures | 39 à 42 |
| — chiffonnier | 35 à 38 |
| Mattes de zinc non brûlées | 37 à 40 |

PLOMB

| | |
|---|---|
| Plomb planches et tuyaux | 34 à 35 |
| Vieux plomb fondu | 27 à 28 |
| — de capsules | 28 à 32 |
| — de balles refondues | 29 à 35 |
| Vieux accumulateurs | 20 à 22 |

## CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

### ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

### Compagnie française des métaux :

BILAN AU 30 AVRIL 1908

*Actif.*

| | | |
|---|---|---|
| Immobilisations : Immobilisation d'origine : | | |
| Apports : Immeubles, matériel, fonds de commerce | 20 000 000,00 | |
| Prime de remboursement des obligations (1 296 720 fr) | amortis. | |
| Frais d'émission des obligations (648 360 fr) | amortis. | |
| Frais de constitution (280 094,78 fr) | amortis. | |
| | | 20 000 000,00 fr. |
| Immobilisations nouvelles : accroissement : | | |
| Immeubles et terrains | 625 349,71 | |
| Matériel | 7 113 810,40 | |
| Fonds de commerce | 156 919,95 | |
| | | 7 896 080,09 |
| Approvisionnements : | | |
| Marchandises en cours de route, dans les usines, magasins et dépôts et chez les dépositaires | | 20 855 022,79 |
| Débiteurs divers : | | |
| Cautionnements, loyers payés d'avance, impôts et droits à la charge des titres, débiteurs en compte | | 8 520 552,02 |
| Valeurs disponibles : | | |
| Caisses, banquiers, effets à recevoir, titres en portefeuille | | 10 745 774,36 |
| Total | | 68 015 229,26 fr. |

*Passif.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital : | | |
| Actions (50 000) | | 25 000 000,00 fr. |
| Obligations (50 665) | | 15 331 500,00 |
| Amortissements : | | |
| Des obligations (1755) | 877 500,00 | |
| Des apports et accroissement | 12 360 160,25 | |
| | | 13 237 660,25 |
| Réserve légale | | 2 500 000,00 |
| Provisions : | | |
| Pour liquidation des exercices clos | 625 676,74 | |
| Pour valeurs diverses de portefeuille et pensions ouvrières | 247 261,47 | |
| Pour travaux neufs | 2 500 000,00 | |
| | | 3 372 938,21 |
| Provision régulatrice de la valeur : | | |
| Des cuivres : à l'état brut, en cours de travail et finis en magasin | 3 428 000,00 | |
| Des métaux autres que le cuivre, en cours de travail et finis en magasin | 559 000,00 | |
| | | 3 987 000,00 |
| Provision pour assurances et secours pour les employés et ouvriers | | 434 273,33 |
| Créanciers divers | | 1 738 552,95 |
| Reliquat du compte de profits et pertes de l'exercice précédent | | 624 097,79 |
| Solde créditeur du compte de profits et pertes de l'exercice 1907-1908 | | 1 789 206,75 |
| Total | | 68 015 229,26 fr. |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

*Doit.*

| | | |
|---|---|---|
| Frais généraux d'administration : | | |
| Conseil d'administration | | 100 000,00 fr. |
| Commissaires des comptes | | 3 000,00 |
| Direction et personnel | | 386 132,98 |
| Loyer, impositions, chauffage et éclairage, timbres-poste, dépêches, téléphone, fournitures de bureaux, journaux, voyages, etc. | | 112 526,15 |
| Allocation à l'Association amicale et de prévoyance des employés de la Compagnie française des métaux | | 10 000,00 |
| Service des titres : | | |
| Coupons n° 32 et 33 des obligations | | 614 559,00 |
| Amortissement de 129 obligations par voie de rachat | 63 868,50 | |
| Provision pour demi-annuité d'amortissement en 1908 de 135 obligations | 33 750,00 | |
| | 97 618,50 | |
| A déduire : | | |
| Provision faite au 30 juin 1907 pour demi-annuité de l'amortissement en 1907 | 32 250,00 | |
| | | 65 368,50 |
| Timbres des actions | | 15 000,00 |
| Timbres des obligations | | 9 218,26 |
| Frais divers et commissions pour le service des coupons | | 5 444,35 |
| Indemnité aux administrateurs de la Société civile des porteurs d'obligations | | 1 500,00 |
| Divers : | | |
| Créances jugées irrécouvrables | | 1 555,20 |
| Provisions : | | |
| Pour créances douteuses et imprévus divers | | 100 000,00 |
| Pour valeurs diverses de portefeuille | | 75 000,00 |
| Pour secours aux employés et ouvriers | | 50 000,00 |
| Pour travaux neufs | | 500 000,00 |
| Amortissement : | | |
| Des immeubles, matériel et fonds de commerce | | 1 000 000,00 |
| Prélèvement pour compléter la réserve légale | | 1 556 967,01 |
| Solde créditeur | | 1 789 206,75 |
| Total | | 6 555 069,50 fr. |

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

65 422. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

# TABLE DES MATIÈRES

DU

## TOME DIX-SEPTIÈME

## 1908


### Accumulateurs.

Application indirecte des accumulateurs dans une distribution d'énergie par courants alternatifs. 75.
Procédé de fabrication des électrodes pour accumulateur fer-nickel. 242.
Réglement allemand concernant l'hygiène des fabriques d'accumulateurs. 526.
Une gigantesque batterie d'accumulateurs. 575.

### Alternateurs.

Voy. *Dynamos à courant alternatif.*

### Appareillage.

Interrupteurs Alioth pour circuit à haute tension. 112.
Electro-aimants pour la manutention des objets lourds. 170.
Joints mécaniques et électriques. F. Loppé. 185.
Porte-balai pneumatique pour turbo-dynamos. 314.
Appareillage Maljournal et Bourron. 526.
Limiteur de courant système Henri André. 578.
Sur l'interrupteur de Wehnelt. P. Bary. 519.
Indicateur de terre pour réseaux triphasés à haute tension. 591.

### Appareils de mesure.

Appareils de synchronisme. A. S. 42.
Sur un compas électro-magnétique particulièrement applicable aux sous-marins, par L. Dunoyer 44.
Ohmmètre à lecture directe Evershed et Vignoles. A. S. 91.
Sur un hygroscope électrique de grande sensibilité, par J. Pionchon. 254.
Pendule électrique sans lien matériel de M. Ch. Féry. 257.
Un thermomètre à résistance. 290.
Pendules électriques. 291.
Méthode et appareil de mesure pour courants alternatifs de faible valeur. L. Pillier. 295.
Sur une installation d'horloges électriques. 351.
Appareils de mesure de M. Jules Richard 351.
La protection des compteurs contre la foudre. A. Soulier. 592.
Nouveaux accéléromètres. 505.
Un nouveau fréquencemètre. A. Soulier. 595.

### Appareils divers.

Un grand rhéostat liquide. 2.
Jauge pour le vide. 51.
Répétiteur électrique de signaux pour locomotives. A. S. 65.
Electro-aimant de démonstration. 146.
L'allumage électrique système Lodge. A. Soulier. 151.
Roue de trolley à graissage automatique. 242.
Bobines en aluminium. F. Loppé. 298.
Pompe à vide du Dr Gaede. 318.
Sur le réglage des groupes électrogènes. J. Bottin. 553.
Dispositifs de protection en cas de rupture des conducteurs aériens. 505, 550.
Le Grissonateur. 608.

### Applications mécaniques de l'énergie électrique.

Commande électrique par courants alternatifs avec vitesse variable. L. J. Brunswick. 15.
Un ascenseur électrique à grande vitesse. 98.
Les installations électriques à bord du paquebot transatlantique la « Lusitania ». 98.
Sur le triage des minéraux par l'électro-aimant, par Chevallier. 188.
Essais comparatifs de différents types de ventilateurs électriques. 229.
Séparateurs magnétiques de la fosse Brüderbund à Eisern. 561.
Transport électrique des lettres. 562.
Dynamo-volant régulatrice pour installations à courant variabe. A. S. 567.
L organisation des grues électriques. 574.
Durées d'emploi des moteurs électriques dans la petite industrie. 575.
Commande électrique des trains de laminoir. L. J. Brunswick. 577 et 605.

### Arc électrique.

Particularités de l'arc à la magnétite. 90.
Sur l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse, par Ad. Minet. 186.
Difference de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux, par C. E. Guye 306.
Sur deux régimes différents de l'arc au fer, par Buisson et Fabry. 555.
Arc électrique entre une électrode solide et un liquide, par G. Athanasiadis. 404.
Arc au mercure en tubes de quartz. A. Bainville. 604.

### Automobiles.

Voy. *Locomotion.*

### Bibliographie.

*Drahtlose Telephonie*, par Ernest Ruhmer. H. Armagnat. 20.
Formules, tables et renseignements usuels, par Claudel. 20.
La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde, par E. Monier. 21.
Agenda Dunod pour 1908. 21.
Le Mécanicien industriel, par Paul Blancarnoux. 21.
*Die Drahtlose Telegraphie im internen Recht und Volkerrecht*, par F. Meili. 21.
La technique de la houille blanche, par L. Pacoret. 21.
Production et utilisation des gaz pauvres, par Marchis. 70.
Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues, par Kinstbrunner. 70.
Formulaire de l'électricien et du mécanicien, par MM. Hospitalier et Roux. 190.
Essais des machines électriques, par F. Loppé. A. M. 257.




Digitized by Google

Manuel pratique de galvanoplastie et de dépôts électrochimiques, par Brochet. 237.
Toute la chimie par l'électricité, par Jules Séverin. 237.
L'accumulateur au plomb ordinaire et allotropique, par Georges Rosset. 535.
Le passé, le présent et l'avenir de la télégraphie sans fil. E. Guarini. 585.
Les merveilles de l'électrochimie, son avenir au Pérou. E. Guarini. 583.
La télégraphie sans fil et la télémécanique à la portée de tout le monde par A. Monier 547.
L'électricité chez soi. O. Bourbeau. 547.
Étude du retour par la terre des courants industriels. A. S. 547.
Génératrices électriques à courant continu par Hobart et Achard. 547.
Unités électriques par le comte de Baillehache. A. S. 615.

## Brevets d'invention.

21, 47, 71, 118, 142, 167, 191, 214, 238, 265, 285, 508, 556, 559, 584, 405, 452, 524, 548, 572, 596 et 614.

Les brevets concernant l'électricité. 562.

## Chemins de fer électriques.

Voy. *Locomotion*.

## Chronique de l'électricité.

PARIS

Les installations électriques dans Paris. 145.
La transmission de l'énergie des chutes du Rhône à Paris. 1 et 502.

DÉPARTEMENTS

La station de Wasquehal de l'énergie électrique du Nord. 529.

Arzew. 552.
Auterive. 292.
Auxerre. 410.
Bordeaux. 340.
Boulogne-sur-Mer. 5.
Bourg-Saint-Andéol. 552.
Cannes. 99.
Chamonix. 564.
Cusset. 76.
Eget. 564.
Encausse. 528.
Ferryville. 552.
Flers. 124.
Gannat. 540.
Gennevilliers. 245.
Le Havre. 76.
Ille-sur-Têt. 588.
Laigle. 504.
La Mure. 292.
Lavaur. 410.
Lille. 4.
L'Isle-Jourdain. 196.
Lourdes. 504.
Lure. 410.
Mézières. 504.
Mohon. 410.
Montluçon. 504.
Montpellier. 504.
Montrevel. 504.
Olivet. 576.
Ollioules. 552.
Orléans. 100 et 504.
Orlu. 196.
Perpignan. 76.
Pont-du-Loup. 76.
Le Refrain. 540.
Saint-Étienne. 268 et 564.
Saint-Lô. 552.
Salon. 576.
Sisteron. 4.
Tourcoing. 564.
Tours. 528.
Urs. 76.
Vernet-les-Bains. 528.
Villefranche. 124.

ÉTRANGER

Les salaires et le coût de la vie aux États-Unis. 60.
La législation des chutes d'eau en Suisse. 99.
L'industrie électrique au Japon. 99.
Les installations électriques en Chine. 171.
La traction électrique en Espagne. 219.
Les entreprises électriques en Suisse. 585.
Les chutes d'eau scandinaves. 586.
Construction et importation de machines électriques au Japon. 587.
Importation d'appareils électriques en Égypte. 576.
L'industrie électrique en Italie. 505.
Installations électriques en Turquie. 550.
Les concessions dans le Valais. 551.
Un trust de l'électricité en Allemagne. 551.
Station centrale de Dusseldorf. 598.

*Autriche* :
La Drau. 76.

*Allemagne* :
Moosburg. 220.
Kembs. 196.

*Belgique* :
Louvain. 268.

*Bohême* :
Carlsbad. 124.

*Bulgarie* :
Pernik. 244.

*Espagne* :
Grenade. 196.
Madrid. 28 et 100.
Mauresa. 268.
Séville. 576.

*Hollande* :
Amsterdam. 268.

*Italie* :
Brusio. 4.
Milan. 28.
Plaisance. 76.
Tramonti. 244.
Trani. 52.
Trieste. 52.

*Norwège* :
Christiania. 28.

*République Argentine* :
Buenos-Aires. 146.

*Suisse* :
Augst-Wylen. 124.
Bâle. 124.
Eglisau. 76.

*Turquie* :
Smyrne. 244.

## Chronique industrielle et financière.

Cours des principales valeurs d'électricité en décembre 1907. 24.
Cours des métaux en décembre 1908. 615.

*Appareillage. — Constructions électriques.*
Société française de Constructions électriques. 96.
Société « L'Éclairage électrique ». 145.
Compagnie générale d'Électricité. 167.
Ateliers de Constructions électriques de Charleroi. 286.

*Distributions d'énergie* :
Société d'Électricité de Séville et extensions. 22.
Société roubaisienne d'Éclairage par le gaz et par l'électricité. 22.
Compagnie d'Électricité du Sénégal. 25.
Société hydro-électrique de l'Eau d'Olle. 25 et 214.
Compagnie française des Perles électriques Weismann. 25.
Société toulousaine d'Électricité. 25.
Compagnie électrique de la Grosne. 25.
Est-Lumière. — Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien. 47.
Énergie électrique du Centre. 71.
Compagnie parisienne de Distribution d'électricité. 96.
Société des Forces motrices de la Haute-Durance. 96.
Compagnie parisienne de l'Air comprimé. 119.
Sud-Électrique. 191.
Compagnie française des Accumulateurs électriques « Union ». 215.
Société d'Électricité de Paris. 215.
Éclairage électrique de Saint-Pétersbourg. 240.
Compagnie centrale d'Électricité de Limoges. 265.
Compagnie des Eaux et d'Électricité d'Indo-Chine. 264.
Société des Forces motrices de la Vis. 285.
Le Triphasé. 559.
Société des Forces électriques de la Goule. 406.

*Traction électrique* :
Tramways de Rotterdam. 96.
Compagnie générale des tramways d'Anvers. 259.
Compagnie mutuelle de Tramways. 259.
Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris. 309.
Société d'Électricité de Paris. 556.
Union anversoise de Tramways. 584.

*Electrochimie* :
Le nickel de la Nouvelle-Calédonie. 119.
Compagnie française des Métaux. 616.

## Condensateurs.

La fabrication des condensateurs pour basses tensions. A. Soulier. 248.

Digitized by Google

### Conducteurs et câbles.

Retour par la terre des courants industriels. 125.
Joints mécaniques et électriques. F. Loppé. 185.
Conduites pour câbles électriques souterrains à Baltimore. 245.
Câbles à haute tension pour le transport de l'énergie. F. Loppé. 252.
A propos de câbles. 172 et 316.
Propriétés mécaniques des fils de bronze. 559.
Câbles Berthoud-Borel. 555.
Sur quelques particularités relatives à la conductibilité électrique des corps. Escard. 567.
Échauffement des câbles dans le cas de service intermittent. F. L. 589.
Dispositifs de protection en cas de rupture des conducteurs aériens. F. Daguerre. 505.
Un nouveau câble sous-marin. 575.

### Correspondance.

Les dynamos à pôles auxiliaires. R.-V. Picou. 4.
Dynamos à pôles auxiliaires. L. Clerc. 52.
Curieuse économie. 52.
Terminologie électrique. R.-V. Picou. 171, 244, 269 et 515.
A propos de câbles. R. Sandström. 172, 316.

### Cours. — Concours. — Conférences. Congrès. — Prix décernés.

*Cours :*

L'enseignement moderne de l'électricité industrielle. 549.

*Concours :*

Concours pour la fourniture de deux groupes élévatoires. 24.
Société industrielle d'Amiens. 26.
Société industrielle du Nord de la France. — Concours de 1908. 241.
Concours de perforatrices. 561.

*Congrès :*

Congrès des tramways de Munich. 1.
Congrès international des applications de l'électricité de Marseille. 25, 205, 275, 357, 409 et 411.

*Prix décernés :*

Académie des sciences. 14.

### Courants alternatifs.

Commande électrique par courants alternatifs avec vitesse variable. E.-J. Brunswick. 15.
Appareils de synchronisme. A. S. 42.
Avantages et inconvénients de la mise à la terre du point neutre dans les installations triphasées. J. G. 55.
Les fraudes dans les installations à courant triphasé. 125.
Sur la terminologie des courants alternatifs. 171, 244, 268 et 515.
Equipement en courant alternatif simple à 11 000 volts d'une ligne de chemin de fer américaine. E. B. 245.
Mesure directe du décalage au moyen du wattmètre. Miet. 317.
Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités. M. Dumoulin. 552.
Le transformateur de fréquence. F. L. 557.
Moyen simple et pratique pour reconnaître la nature d'un courant. 550.
Chemin de fer à courant alternatif simple de Locarno-Pontebrolla-Bignasco. 599.

### Diélectriques.

Le mica aux États-Unis. 2.
Sur les diélectriques liquides. 92.
Le caoutchouc. Sa production, sa consommation et ses prix. 291.

### Distributions.

Statistique des stations centrales de distribution d'énergie établies en France. 121, 152, 169, 409, 433, 545.
Contrôle des distributions d'énergie électrique. 27, 169, 194, 241, 266 et 561.
La protection des réseaux contre la foudre. 28.
Avantages et inconvénients de la mise à la terre du point neutre dans les installations triphasées. J. G. 55.
Résultats techniques d'exploitation des installations hydro-électriques de la Suisse. 55, 77, 108 et 152.
Les fraudes dans les installations à courant triphasé. 125.
Retour par la terre des courants industriels. 125.
Protection des circuits à haute tension. 127.
Les installations électriques dans Paris. 145.
Commission des distributions d'énergie électrique. 195.
Transport d'énergie électrique d'Engelberg à Lucerne. A. Soulier. 221.
Étude de la tarification de l'énergie électrique. F. L. 278.
La transmission de l'énergie des chutes du Rhône à Paris. 302.
Les dangers des canalisations électriques et les précautions à prendre. 547.
Lignes à haute tension en fil de fer galvanisé. G. Viel. 565.
Socles métalliques pour poteaux en bois. 572.
Les poteaux pour lignes aériennes à l'exposition de Marseille. L. Conge. 425.
Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique. 452.
Prix de l'énergie électrique en Angleterre. 528.
La station centrale de Wasquehal de l'Energie électrique du Nord. A. Soulier. 529.
Dispositifs de protection en cas de rupture des conducteurs aériens. 505 et 550.
Les distributions à 220 volts et les nouvelles lampes à incandescence. 574.
Distributions à très hautes tensions. 576.

### Divers.

Les salaires et le coût de la vie aux États-Unis. 61.
Les réserves de charbon. 125.
Les accidents du travail et les médecins marrons. 171.
Barrage creux en ciment armé. 218.
Le marché métallurgique en 1907. 514.
Utilisation de la tourbe en Irlande. 562.
Incendies dus à l'électricité. 410.
L'Institut électrotechnique de Grenoble. L. Barbillion. 427 et 505.
L'incendie de l'Hôtel des Téléphones à Paris. 501.
Les dangers de l'électricité développée par frottement sur les courroies de transmission. 502.
Dégâts causés par la foudre. 502.
Utilisation rationnelle du charbon. 505.
Récompenses de l'exposition de Marseille. 520 et 568.
A nos lecteurs. 549.
Moyen simple et pratique pour reconnaître la nature d'un courant. 550.
Importations aux Indes. 598.

### Documents officiels.

Addition au décret du 9 novembre 1904. 1.
Contrôle de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local et tramways. 49.
Les installations électriques dans Paris. 145.
Arrêté déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906. 161.
Commission des distributions d'énergie électrique. 195.
Décret pour l'application de la loi du 15 juin 1906. 207.
Cahier des charges type pour la concession d'une distribution d'énergie. 265.
Conservatoire des Arts et Métiers. (Nomination). 538.
Règlement allemand concernant l'hygiène des fabriques d'accumulateurs. 526.
Arrêté relatif aux soins à donner aux victimes des accidents électriques. 575.
La nouvelle loi suisse sur l'utilisation de l'énergie hydraulique. 597.

*Distinctions honorifiques.*

*Ordre national de la Légion d'honneur :*

M. Cordier. 169.
M. Gin. 169.
M. Ch. Ed. Guillaume. 513.
M. Certonciny. 513.

### Dynamos.

*Courant continu :*

Dynamos pour turbines à vapeur. 75.
Considérations générales sur les essais des machines électriques. 79.
Dynamo à tension constante de M. Iglésis. 190.
Comparaison des dynamos à courant continu, série et shunt, au point de vue de la rapidité d'amorçage, par Paul Girault. 260.
Sur le profil des masses polaires de dynamos, par Paul Girault. 282.
Survolteur-dévolteur Pirani. 290.
Porte-balai pneumatique pour turbo-dynamos. 314.
Sur le réglage des groupes électrogènes. J.-L. Routin. 554.
Machines dynamo-électriques génératrices sans collecteur, par Limb. 558.
Construction et importation de machines électriques au Japon. 587.
Groupe électrogène dimorphique de la Société Alsacienne. 515.
Dynamo-volant régulatrice pour installations à courant variable. A. S. 567.


Digitized by Google

*Courants alternatifs :*
Isolement des paliers des alternateurs à inducteurs tournants. 98.
Emploi des alternateurs asynchrones dans les stations centrales. A. Soulier. 114.
Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques, par C. Limb. 285.
Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités. M. Dumoulin. 332.
Essais d'un alternateur à faible tension pour fours à carbure de calcium. G. Davy. 516.

**Éclairage électrique.**

Voy. *Chronique de l'électricité. — Lampes à arc et à incandescence. — Photométrie.*
L'éclairage des rues aux États-Unis. 410.
Action sur la vue de la lumière émise par la lampe à arc et la lampe à filament métallique. A Bainville. 512.
Sur les rayons ultra-violets. A. Bainville. 539.
L'éclairage public par lampes à filament métallique. A. R. 518.
Sources lumineuses de faible éclat spécifique. A. B. 558.
L'éclairage électrique par moulins à vent. F. L. 561.
Arc au mercure en tubes de quartz. A. Bainville. 604.

**Électrobiologie.**

Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme, par MM. Zimmern et Turchini. 262.
Les dangers des canalisations électriques et les précautions à prendre. 347.
Statistique des accidents dus à l'électricité en Autriche et en Suisse. 594.
Électrocution par courants à basse tension. 410.
Accidents dans les stations centrales anglaises. 526.
Sur la polarisation de l'homme vivant soumis à l'action du courant continu, par M. Chanoz. 595.

**Électrochimie.**

Les progrès de l'industrie électrochimique en France. 2.
Le sélénium. 2.
Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température, par Briner et Durand. 69.
Épuration des eaux par l'électricité. 74.
L'extraction de l'azote de l'air atmosphérique en Norwège. 123.
La fabrication industrielle du cyanamide de calcium. Henry. 176.
Nouveau procédé de préparation du protoxyde de silicium au four électrique. Masselon. 574.
Industrie de la soude électrolytique. Théorie du procédé à cloche, par A. Brochet. 594.
État actuel de l'industrie du chlore et des alcalis. A. Brochet. 612.

**Électrolyse.**

La réduction électrolytique de l'indigo, par M. Chaumat. 46, 115 et 118.
Sur l'électrolyse des solutions d'acide chlorhydrique pur, par E. Dolmer. 159 et 205.
Fonctionnement du détecteur électrolytique, par H. Abraham. 141.
Raffinage et extraction électrolytique du cuivre. Henry. 555.
Procédé simple pour la mesure de la résistance des électrolytes. A. Soulier. 542.

**Électrothermie.**

Le Monox. 2.
Les fours électriques à induction et leur emploi dans la sidérurgie. Henry. 56.
Extraction du zinc par le four électrique. 74.
Sur un nouveau four électrique à arc, applicable aux recherches de laboratoire, par MM. Louis Clerc et Adolphe Minet. 117.
Le chauffage des voitures par l'électricité. Goisot. 156.
La fabrication électrique de l'acier. 267.
Influence de la température sur la force électromotrice des éléments au cadmium, par R. Jouaust. 357.
Cuisine et chauffage électrique. 363.
Blanchiement électrique des farines 364.
Four mixte Rochling-Rodenhauser pour la sidérurgie. Henry. 540.
Sur la thermo-électricité du cobalt, par H. Pécheux. 519.
Four électrique à résistance pour la fabrication de l'acier. Henry. 585.

**Expositions.**

Exposition d'électricité de Marseille. 49, 121, 145, 176, 195, 242, 275, 295, 313, 326, 351, 378, 397, 425, 513 et 549.
Les récompenses de l'Exposition de Marseille. 520, 568.
Exposition internationale de l'Automobile agricole à Bourges. 75.

**Gaz.**

Voy. *Moteurs thermiques.*

**Isolants. — Isolateurs. — Isolement.**

Essais des isolateurs en porcelaine pour hautes tensions. 75.
Isolateurs pour hautes tensions. 88 et 251.
Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs. F. Nègre. 254.
Vernis isolant pour fils conducteurs. 503.
Les isolateurs pour lignes aériennes. L. Conge. 578.

**Jurisprudence.**

Accidents du travail. — Assurance contre les accidents. 95.
Brevet pris en France et à l'étranger. — Durée. 95.
Syndicat professionnel. 95.
Les retraits d'autorisations de dérogations à à la loi du repos hebdomadaire. 125.
L'application de la loi sur les accidents du travail. 155.
Sur la responsabilité des écoles techniques en cas d'accidents aux élèves ou causés par les élèves. 545.

**Lampes à arc.**

Lampe à arc sans régulateur. 75.
Une nouvelle lampe à mercure et à filament de charbon. 146.
Électrodes pour lampes à arc. 281 et 513.
Lampes Jandus à charbons minéralisés. A. B. 505.

**Lampes à incandescence.**

Détermination de l'intensité lumineuse horizontale des lampes à incandescence. A. B. 91.
Augmentation de la résistance des lampes à filament de tantale. 97.
Influence des variations de tension sur les lampes à incandescence. F. L. 106 et 609.
Les nouvelles lampes et les recettes des stations centrales. X. G. 126.
La fabrication des filaments métalliques. 194.
Mesures approchées de la température et du rayonnement des lampes à incandescence. 195.
Petits transformateurs pour lampes à incandescence. A. Bainville. 197.
Un nouveau mode de préparation des filaments de tantale. 217.
Action du courant alternatif sur les lampes à filament de tantale. 217.
Filaments métalliques de haute résistivité. 242.
Lampe Stearn à éléments multiples. A. Bainville. 251.
Nouveaux procédés de fabrication des filaments métalliques. A. Bainville. 274.
Les lampes à filament métallique et les variations de tension. 290.
Effet des lampes à filament métallique sur la vente de l'énergie électrique. A. Reynier. 299.
La lampe Hélion. A. Bainville. 396.
Influence du dépolissage des ampoules des lampes à incandescence. 525.
L'éclairage public par lampes à filament métallique A. R. 518.
Les distributions à 220 volts et les nouvelles lampes à incandescence. 574.

**Lignes de transmission.**

Protection des lignes contre la foudre, 28, 50, 127, 266 et 574.
Câbles à haute tension pour le transport de l'énergie. F. Loppé. 252.
Lignes à haute tension en fil de fer galvanisé. G. Viel. 565.
Socles métalliques pour poteaux en bois. F. L. 372.
Les poteaux pour lignes aériennes à l'exposition de Marseille. L. Conge. 425.
Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique. 432.
Dispositif de protection en cas de rupture des conducteurs aériens. M. Daguerre. 505 et 550.
Les isolateurs pour lignes aériennes. L. Conge. 578.

**Locomotion.**

*Chemins de fer électriques :*
Chemin de fer électrique de Paris à Saint-Germain. 50.
Le chemin de fer du Lotschberg. 51.

Digitized by Google

Les chemins de fer à courant alternatif simple. 74.
La traction électrique sur les chemins de fer en Amérique. L. Henry. 101.
Traction par courant alternatif simple. 170.
Nouveau système de traction. 170.
Les moteurs à courant alternatif simple utilisés pour la traction en Allemagne. 178.
Adaptation de la traction électrique aux chemins de fer en Suisse. F. Loppé. 198.
L'électrification des chemins de fer d New-York. New-Haven et Hartford. 245.
Équipement en courant alternatif simple à 11 000 volts d'une ligne de chemin d fer américaine. E. B. 245.
Locomotives minières à accumulateurs. 257.
Les chemins de fer suédois. 267.
Chemins de fer électriques en Prusse. 290.
Électrification de la ligne de Bâle-Olten. 290.
Statistique des chemins de fer à courant alternatif simple en Amérique. 290.
Chemin de fer à courant alternatif simple à 15 000 volts de Seebach à Wettingen. 345.
Transport électrique des lettres. 562.
La première locomotive à courant alternatif des chemins de fer de l'État prussien. 587.
Détermination de l'énergie nécessaire à la traction. F. L. 554.
Groupe électrogène dimorphique pour chemin de fer électrique. 512.
Électrification de lignes de chemin de fer dans le Grand-Duché de Bade. 551.
Locomotives Ganz à courants triphasés. Henry. 564.
Chemin de fer à courant alternatif simple de Locarno-Pontebrolla-Bignasco. 599.

*Électromobiles :*

L'électricité dans les transmissions des voitures automobiles. P. Gasnier. 6.
L'autobus mixte G. E. M. 125.
La voiture auto-mixte de la Compagnie des télégraphistes du Génie d'Anvers. P. Hospitalier. 252.
Automobiles avec transmissions électriques. 290.
Électromobiles avec batteries d'accumulateurs Edison. 292.

*Tramways électriques :*

Congrès des tramways à Munich en 1908. 1.
Contrôle des chemins de fer d'intérêt local et tramways. 49.
Construction d'un tramway électrique souterrain. 146.
Le chauffage des voitures par l'électricité. Goisot. 156.
L'entretien des collecteurs de moteurs de tramways. 219.
La traction électrique en Espagne. 219.
Roue de trolley à graissage automatique. 242.
Les tramways électriques en Allemagne. 292.
Tramway a courant alternatif. 341.
Les freins de tramways. Henry. 341 et 376.

*Navigation électrique :*

Un bateau électrique. 552.

## Magnétisme.

L'intensité d'aimantation à saturation du fer et du nickel, par P. Weiss. 45.
Modifications anormales dans le champ magnétique des spectres de bandes de divers composés, par M. A. Dufour. 117.
Échauffement des paquets de tôle. 218.
Procédé magnétique permettant de déterminer la température de la trempe de l'acier. 266.
Sur les oxydes magnétiques du chrome, par I. Sutkoff. 356.
Séparateurs magnétiques de la fosse Brüderbund à Eisern. 361.
Sur la conductibilité calorifique du fer dans un champ magnétique. 551.
De l'influence du travail du fer sur ses propriétés magnétiques. 575.

## Méthodes de mesure.

Sur la séparation des pertes dans les moteurs asynchrones. C. B. 29.
Station d'essai des turbines hydrauliques. 51.
Jauge pour le vide. 51.
Considérations générales sur les essais de machines électriques. 79.
Détermination de l'irrégularité d'allure d'un moteur à piston. F. Loppé. 175.
Les progrès du système métrique. Ch.-Ed. Guillaume. 147 et 198.
Mesure électrique des petites longueurs, par A. Guillet. 160.
Essais comparatifs de différents types de ventilateurs électriques. 229.
Mesure directe du décalage au moyen du wattmètre et mesure de la puissance en triphasé équilibré. Miet. 317.
Nouveau procédé pour déterminer la valeur de l'angle de torsion d'un arbre. F. L. 324.
Méthode graphique pour la détermination de l'énergie nécessaire à la traction. F. L. 554.
Procédé simple pour la mesure de la résistance des électrolytes. A. Soulier. 542.

## Moteurs électriques.

*Courant continu :*

L'entretien des collecteurs de moteurs de tramways. 219.
Essais comparatifs de différents types de ventilateurs électriques. 229.
Moteur de traction Siemens-Schuckert à pôles de commutation. Henry. 560.
La commande électrique des trains de laminoir. E. Brunswick. 577 et 605.

*Courant alternatif :*

Sur la séparation des pertes dans les moteurs asynchrones. C. B. 29.
Sur un moteur synchrone à accrochage facile pour commutateurs tournants. A. Soulier. 59.
Les moteurs à courant alternatif simple utilisés pour la traction en Allemagne. 178.
Dispositif permettant de réduire la vitesse des moteurs asynchrones. A. Soulier. 511.

## Moteurs thermiques.

*Moteurs à vapeur :*

Accidents d'appareils à vapeur en 1906. 5.
Utilisation de la vapeur d'échappement. 51.
Dynamos pour turbines à vapeur. 75.
Les turbines à vapeur dans les exploitations minières. 98.
Les machines à vapeur employées à la production de l'électricité en Prusse. 98.
Détermination de l'irrégularité d'allure d'un moteur à piston. F. Loppé. 173.
Turbines à vapeur et machines à piston. A. Ceytre. 269.
Consommation de vapeur des turbines de divers systèmes. 358.
Statistique des turbines à vapeur en Amérique. 358.
Installations de turbines à vapeur de faible puissance. G. Davy. 391.
Turbines à vapeur de grande puissance. 526.
Un turbo-générateur de 6000 kw pour l'usine de Manchester. 526.

*Moteurs à gaz et à pétrole :*

L'allumage électrique système Lodge. A. Soulier. 151.
Moteurs à naphtaline. 315.
Résultats d'essais d'usines à gaz pauvre. 552.

## Nécrologie.

Lord Kelvin. 5.
Eugène Meylan. 220.
Henri Becquerel. 588.
E. Mascart. 588.
E. Ayrton. 598.

## Parafoudres.

La protection des réseaux contre la foudre. 28, 50, 127, 266, 574.
Une prise de terre économique. 291.
Résistances à éléments en aluminium pour parafoudres. 359.
La protection des compteurs contre la foudre. A. Soulier. 393.
Projet de prescriptions relatives aux paratonnerres. F. L. 585.

## Photométrie.

Nouveau photomètre à scintillation. A. B. 11.
Nouveau photomètre à sélénium. A. B. 67.
Nouvelle forme de photomètre pour l'étude des sources lumineuses de coloration variée. A. Bainville. 297.

## Questions théoriques.

Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension, par A. Cathiard. 115 et 117.
Sur les gaz provenant des étincelles électriques, par M. de Broglie. 206.
Sur l'existence des harmoniques dans l'étincelle de self-induction. 307.
Sur l'interrupteur de Wehnelt, par P. Bary. 519.

## Rayons X. — Radioconducteurs.

Action des rayons X sur les plaques photographiques, par M. Chanoz. 116.
Une nouvelle application des rayons X. 551.
Le Grissonateur. 608.

Digitized by Google

### Résistances.

Un grand rhéostat liquide. 2.
Augmentation de la résistance des filaments de tantale. 97.
Résistances électriques des métaux à des températures très basses et très élevées. 196.
Filaments métalliques de haute résistivité. 242.
Un thermomètre à résistance. 290.
Résistances à éléments en aluminium pour parafoudres. 559.

### Sociétés savantes.

ACADÉMIE DES SCIENCES

*Séance publique annuelle du 2 décembre* 1907 : Prix décernés en 1907 : Mécanique, Navigation, Physique, Chimie. — Prix généraux. — Programme des prix proposés. 14.

*Séance du 9 décembre* 1907 : Sur un compas électromagnétique propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins, par Louis Duncyer. — Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines, par Henri Abraham et Devaux-Charbonnel. — L'intensité d'aimantation à saturation du fer et du nickel, par P. Weiss. 44.

*Séance du 9 décembre* 1907 : Sur l'emploi des hydrocarbures lourds pour l'éclairage, par L. Denayrouze. — Action d'un conducteur électrique incandescent sur les gaz qui l'entourent, par MM. Couriot et J. Meunier. 68.

*Séance du 16 décembre* 1907 : Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température, par E. Briner et Durand. — Sur les spectres de flamme obtenus par voie électrique, par MM. G.-A. Hemsalech et Watteville. — Au sujet de la possibilité d'établir le diagnostic de la mort réelle par la radiographie, par M. Ch. Vaillant. — Action du champ magnétique à haute fréquence sur le penicillium, par M. P. Lesage. 69.

*Séance du 23 décembre* 1907 : Sur les diélectriques liquides, par M. Louis Malclès. — Les conditions de rendement maximum pour les appareils téléphoniques, par MM. Henri Abraham et Devaux-Charbonnel. 92.

*Séance du 30 décembre* 1907 : Spectrophotométrie et signes électriques des solutions, par Ch. Henry. — Chaleur spécifique et moléculaire des substances ferro-magnétiques, par P. Weiss. — Réduction électrolytique de l'indigo, par H. Chaumat. 115.

*Séance du 6 janvier* 1908 : Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension, par A. Cathiard. 115.

*Séance du 13 janvier* 1908. 116.

*Séance du 20 janvier* 1908 : Sur un cas exceptionnel du phénomène de Zeeman, par A. Dufour. 116.

*Séance du 27 janvier* 1908 : Action des rayons X sur la plaque photométrique, par Chanoz. 116.

*Séance du 3 février* 1908 : Sur un nouveau four électrique à arc applicable aux recherches de laboratoire, par L. Clerc et Ad. Minet. — Emploi des flammes comme soupape des courants alternatifs à haute tension, par A. Cathiard. — Modifications anormales, dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés, par A. Dufour. — Sur la réduction de l'indigo par voie électrolytique, par H. Chaumat. 117.

*Séance du 17 février* 1908 : Sur l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique pur, par E. Doumer. — Contribution à l'étude du rayonnement calorifique du soleil, par MM. Millochau et C. Féry. 139.

*Séance du 24 février* 1908 : Fonctionnement du détecteur électrolytique ; influence de la température, par M. Henri Abraham. 141.

*Séance du 2 mars* 1908 : Mesure électrique des petites longueurs. 160.

*Séance du 2 mars* 1908 : Sur l'arc voltaïque jaillissant dans une enceinte limitée par une paroi épaisse, par Ad. Minet. — Sur le triage des minéraux par l'électro-aimant, par A. Chevallier et L. Vérain. 186.

*Séance du 6 mars* 1908 : Accroissement de sensibilité des révélateurs électrolytiques sous diverses influences, par Ed. Branly. 189.

*Séance du 16 mars* 1908 : Sur l'électrolyse des solutions d'acide chlorhydrique, par Th. Guilloz. — Quantité des rayons X absorbée et quantité transmise par les couches successives de tissus, par H. Guilleminot. 205.

*Séance du 23 mars* 1908 : Sur les gaz provenant des étincelles électriques, par M. de Broglie. — Sur les spectres d'absorption des cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique aux températures de liquéfaction et de solidification de l'hydrogène, par J. Becquerel et K. Onnes. 206.

*Séance du 30 mars* 1908 : Sur un phénomène applicable à des électrons positifs dans le spectre d'étincelle de l'yttrium, par J. Becquerel. 207.

*Séance du 6 avril* 1908 : Sur la présence des raies d'étincelle dans le spectre de l'arc, par Ch. Fabry et H. Buisson. 234.

*Séance du 13 avril* 1908 : Sur un hydroscope électrique de grande sensibilité, par J. Pionchon. — Sur les changements magnétiques du spectre du fluorure de silicium observés parallèlement au champ, par A. Dufour. 234.

*Séance du 21 avril* 1908 : Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs, par F. Nègre. — Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaine des puys, par B. Brunhes et P. David. 254.

*Séance du 27 avril* 1908 : Sur l'ionisation de l'air par la lumière ultra-violette, par E. Bloch. — De la vitesse de transport des ions HCl et OH dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique, par E. Doumer. 255.

*Séance du 4 mai* 1908 : Comparaison des dynamos à courant continu, série et shunt, au point de vue de la rapidité d'amorçage, par P. Gravelt. — Sur le spectre d'étincelle ultra-violet du dysprosium et sur les propriétés magnétiques remarquables de cet élément, par G. Urbain. — Variation de la force électromotrice de chaines liquides, par polarisation de diaphragmes interposés, par Pierre Girard. 260.

*Séance du 11 mai* 1908 : Télégraphie sans fil par ondes dirigées, par Bellini et Tosi. — Sur la dispersion électrique de l'eau, par M. Beaulard. — Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme, par Zimmern et Turchini. 261.

*Séance du 18 mai* 1908 : Sur le profil des masses polaires, par Paul Gravelt. — Sur la recombinaison des ions dans les diélectriques, par P. Langevin. — Auto-excitation d'un alternateur triphasé au moyen de soupapes électrolytiques, par C. Limb. 282.

*Séance du 25 mai* 1908 : Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux, par C.-E Guye et Bron. — Sur l'existence et l'origine des harmoniques dans l'étincelle de self-induction, par G.-A. Hemsalech. 306.

*Séance du 1er juin* 1908 : Stabilité de la marche en parallèle des alternateurs auto-excités, par M. Dumoulin. — Sur deux régimes différents de l'arc au fer, par H. Buisson et Fabry. 332.

*Séance du 9 juin* 1908 : Sur le réglage des groupes électrogènes, par J.-L. Routin. — Sur l'étincelle de self-induction, par A. Léauté. 333.

*Séance du 15 juin* 1908 : Dispositif pour l'étude de la sensibilité des détecteurs électrolytiques, par Jégou. 355.

*Séance du 22 juin* 1908 : Sur la nature des charges d'électricité positive, par J. Becquerel. 355.

*Séance du 29 juin* 1908 : Sur les oxydes magnétiques du chrôme, par Ivan Shukoff. 356.

*Séance du 6 juillet* 1908 : Sur l'emploi des détecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur des phénomènes thermo-électriques, par M. Tissot. — Influence de la température sur la force électromotrice des éléments au cadmium, par R. Jouaust. — Machines dynamo-électriques génératrices sans collecteur, par C. Limb. — Les phénomènes de Bosc et les lois de l'électrisation de contact, par Ed. Guillaume. 356.

*Séance du 6 juillet* 1908 : Le phénomène de Bosc-Guillaume et l'électrisation de contact, par J. Perrin. 385.

*Séance du 13 juillet* 1908 : Remarques à propos de la note de M. Tissot sur l'emploi des detecteurs sensibles d'oscillations électriques basés sur les phénomènes thermo-électriques, par Edouard Branly. 402.

*Séance du 20 juillet* 1908 : Appareil de sécurité contre des étincelles perturbatrices ininterrompues en télémécanique sans fil, par Ed. Branly. 402.

*Séance du 27 juillet* 1908 : Du mode différent dont se comportent, comme détecteurs d'oscillations électriques, les contacts imparfaits à variation de résistance et les contacts thermo-électriques, par M. G. Tissot. — Remarque sur la susceptibilité magnétique des solutions, par M. P. Pascal. 405.

*Séance du 3 août* 1908 : Contribution à l'étude dynamique des moteurs, par A. Witz. — Sur les détecteurs à pointe de tellurures, Ed. Branly. — Conditions et durée d'auto-excitation des dynamos, par Swyngedauw. — Arc électrique avec une électrode solide et un liquide, par M. G. Athanasiadis. 404.

*Séance du 10 août* 1908 : Action de l'émanation du radium sur les solutions des sels

Digitized by Google

de cuivre, par Mme Curie et Mlle Gleditsch. — Sur une application nouvelle de la superposition sans confusion des petites oscillations électriques dans un même circuit, par E. Mercadier. 405.

*Séance du* 17 *août* 1908 : Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique, par J. Violle. 432.

*Séance des* 24 *août*, 7 *et* 14 *septembre* 1908. 519.

*Séance du* 21 *septembre* 1908 : Sur la thermoélectricité du cobalt, par Pécheux. 519.

*Séance du* 28 *septembre* 1908 : Sur l'interrupteur de Wehnelt, par Barry. 519.

*Séance du* 5 *octobre* 1908. 544.

*Séance du* 12 *octobre* 1908. 544.

SOCIÉTÉS DIVERSES.

Les Sociétés scientifiques électriques au Japon. 510.

Réunion de la Société des ingénieurs mécaniciens américains. 598.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS.

*Séance du* 8 *janvier* 1908 : Réduction électrolytique de l'indigo, par M. Chaumat. — Le Bureau international des Poids et Mesures, par Ch.-Ed. Guillaume. 46.

*Séance du* 5 *février* 1908 : Emploi du galvanomètre Abraham à l'étude des courants téléphoniques. 94.

*Séance du* 5 *mars* 1908 : Voitures à transmission électrique. 142.

*Séance du* 1er *avril* 1908 : Dynamo à tension constante de M. Iglésis. 190.

*Séance du* 6 *mai* 1908 : Progrès récents de l'électrométallurgie. 255.

*Séance du* 3 *juin* 1908 : La réaction d'induit. — Étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'oeil. 284.

*Séance du* 1er *juillet* 1908 : Théorie d'un régulateur à force d'inertie tangentielle. — Localisation superficielle des courants et des flux variables, par P. Boucherot. 354.

*Séance du* 4 *novembre* 1908 : La Commission électrotechnique internationale. — Appareils et machines à courant et mouvement alternatifs. 544.

*Séance du* 2 *décembre* 1908 : État actuel de l'industrie du chlore. — Nouveau monotéléphone de grande sensibilité. 612.

## Stations centrales.

*Statistique des stations centrales.* 121, 169, 409, **433** et 545.

Un nouveau barrage sur le Rhin. 50.

Station d'essai des turbines hydrauliques. 51.

Station hydro-électrique de la Blaschina. 51.

Résultats techniques d'exploitation des installations hydro-électriques de la Suisse. 55, 77, 108 et 132.

Statistique des stations centrales suisses. 97.

Emploi des alternateurs asynchromes dans les stations centrales. A. Soulier. 114.

Les nouvelles lampes et les recettes des stations centrales. X. G. 126.

Protection des circuits à haute tension. 127.

Le rachat des stations centrales allemandes. 146.

Barrage creux en ciment armé. 218.

Une usine hydro-électrique à 4200 mètres d'altitude. 219.

Le lac de Constance comme bassin de retenue pour le Rhin. 245.

Étude de la tarification de l'énergie électrique F. L. 278.

Statistique des stations centrales allemandes. 290.

Une prise de terre économique. 291.

Effet des lampes à filament métallique sur la vente de l'énergie électrique. A. Reynier. 299.

Usine hydraulico-électrique de la vallée de l'Urft. 338.

Consommation de charbon dans les grandes stations centrales. 339.

Utilisation des chutes de Trollhättan. 365.

Les chutes d'eau scandinaves. 386.

Cinq mille stations centrales en Amérique. 387.

La protection des compteurs contre la foudre. A. Soulier. 392.

Statistique des accidents dus à l'électricité en Autriche et en Suisse. 394.

Accidents dans les stations centrales anglaises. 526.

L'usine électrique d'El Corchado. 527.

Le prix de l'énergie électrique en Angleterre. 528.

La station centrale de Wasquehal de l'Énergie électrique du nord. A. Soulier. 529.

Dispositifs de protection en cas de rupture des conducteurs aériens. 505 et 550.

Usine électrique de Castelnuovo-Valdarno. 551.

L'éclairage électrique par moulins à vent. F. L. 561.

Dynamo-volant régulatrice pour installations à courant variable. A. S. 567.

L'utilisation des chutes d'eau en Autriche. 575.

Distribution à très hautes tensions. 576.

La nouvelle loi suisse sur l'utilisation de l'énergie hydraulique. 597.

Station centrale municipale de Dusseldorf. 598.

Les plus grandes chaudières pour stations centrales. 598.

## Télégraphie.

Organisation du service télégraphique. Henry. 185.

Diplex réalisable au moyen des appareils télégraphiques ordinaires. Henry. 281.

Statistique des télégraphes et téléphones en Allemagne. 528.

Les télégraphes et téléphones en Amérique. 502.

Statistique des télégraphes et téléphones en Russie. 502.

Une école de télégraphie en Chine. 551.

Les télégraphes en Corée. 574.

*Télégraphie sans fil* :

Nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil. 2.

Peut-on envoyer un radiogramme aux antipodes? 3.

Fonctionnement du détecteur électrolytique, influence de la température. H. Abraham. 141.

Accroissement de sensibilité des révélateurs électrolytiques sous diverses influences, par Ed. Branly. 189.

Télégraphie sans fil par ondes dirigées, par Bellini et Tosi. 261.

Télégraphie et téléphonie sans fil système Poulsen. Henry. 321.

Sur l'emploi de détecteurs sensibles basés sur les phénomènes thermo-électriques, par C. Tissot. 356.

Stations de télégraphie sans fil. 586.

Transmission électrique de l'heure sans fil. 595.

Appareil de sécurité contre les étincelles perturbatrices en télémécanique sans fil, par Ed. Branly. 403.

Sur les détecteurs à pointe de tellure et de tellurures, par Ed. Branly. 404.

Télégraphie et téléphonie sans fil système Fessenden. Henry. 589.

Les ondes dirigées en télégraphie sans fil, par A. Blondel. 595.

## Téléphonie.

Transfert du bureau central téléphonique Gerrard, à Londres. A. R. 40.

Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines, par H. Abraham et Devaux-Charbonnel. 45.

Les conditions de rendement maximum pour les appareils téléphoniques, par H. Abraham et Devaux-Charbonnel. 93.

La téléphonie et la télégraphie sans fil en Belgique. 515.

La téléphonie en Allemagne. 565.

Téléphonie en Russie et en Turquie. 598.

Sur un monotéléphone à note réglable. 612.

## Transformateurs.

Moteurs-générateurs et commutatrices. A. S. 55.

Sur un moteur synchrone à accrochage facile pour commutateurs tournants. A. Soulier. 59.

Petits transformateurs pour lampes à incandescence. A. Bainville. 197.

Échauffement des paquets de tôle. 218.

Survolteur-dévolteur Pirani. 290.

Le transformateur de fréquence. F. L. 557.

## Transmission de l'énergie.

Le transport de l'énergie du Rhône à Paris, 1 et 502.

L'utilisation des chutes d'eau au Chili. 5.

Transmission d'énergie sans fil et... bluff. 27.

Transport d'énergie électrique d'Engelberg à Lucerne. A. Soulier. 221.

L'organisation des grues électriques. 574.

Distribution à très hautes tensions? 576.

## Unités et terminologie.

Comité électrotechnique français. 27.

Terminologie électrique. 171.

Les progrès du système métrique. Ch.-Ed. Guillaume. 147 et 198.

La Commission électrotechnique internationale. 525.

Un nouveau nom d'unité. 552.

La Commission électrotechnique internationale et le Comité électrotechnique français. 553.

Digitized by Google

63442. — PARIS. IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

RETURN TO the circulation desk of any
University of California Library
or to the
NORTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
Bldg. 400, Richmond Field Station
University of California
Richmond, CA 94804-4698

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
2-month loans may be renewed by calling
510 ~~(415)~~ 642-6753
1-year loans may be recharged by bringing books to NRLF
Renewals and recharges may be made 4 days prior to due date

DUE AS STAMPED BELOW

APR 1 1992

Digitized by Google

YF 00336

M196313

T.K2
I6
v.17

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google